



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**“Diseño de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal,
Provincia de Trujillo, La Libertad”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Contreras Lara, Alexis Miguel (ORCID: 0000-0001-8458-0441)

Velasquez Mendieta, Mijaíl Martin (ORCID: 0000-0002-3112-8897)

ASESOR:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente proyecto tiene un gran valor sentimental en mi formación profesional de tal modo el producto de esta tesis va dedicado a mis padres **ENNA LARA SAAVEDRA Y GABRIEL CONTRERAS GORBALAN** por brindarme el apoyo necesario para formarme profesionalmente, pese a las circunstancias mostraron su apoyo incondicional en todo momento.

Una dedicación especial y espiritual a Dios por darme esas fuerzas de perseverancia y lucha para ser gran profesional. Y a todos mis familiares y compañeros que me brindaron todo su apoyo en los momentos menos pensado en especial a mi compañero de tesis **MIJAEL VELASQUES MENDIETA** por la dedicación y la ayuda mutua en esta tesis.

Quiero dedicar mi tesis a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional por estar siempre conmigo a lo largo de este proceso formativo a mi pequeña hija **ARINA ALESSANDRA** por darme motivación de salir adelante y realizarme como profesional a todos mis amigos que ayudaron en el transcurso de mi vida universitarias, este logro se les debo a ustedes gracias por sus consejos y apoyo moral e incondicional que me brindaron.

Es difícil aceptar que no te volveré a ver ni disfrutas de tu constante alegría y tus ganas de salir adelante ni disfrutar este logro contigo **MAURINIO VELASQUEZ MENDIETA**, te dedico mi tesis en muestra de respeto y admiración espero donde estés te sientas orgulloso de mi

Contreras Lara Alexis

Velásquez Mendieta Mijail

Agradecimiento

un agradecimiento muy especial a nuestros padres por el apoyo brindado en todo momento, gracias a ellos por la motivación de seguir adelante en todo momento de dificultad en el proceso de la carrera, todo esto es posible gracias a ellos.

A nuestro asesor de tesis Ing. Luis Horna Araujo, por la comprensión y asesoramiento, gracias a su orientación fuimos guiados paso a paso para sacar adelante este proyecto

A la Universidad Privada Cesar Vallejo por la plana docente de calidad que fue parte de nuestra formación profesional con el conocimiento esencial e importante que adquirimos a lo largo del tiempo.

A nuestro amigo Ing. Cristian Catalán Corcuera por el apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto.

Página del Jurado

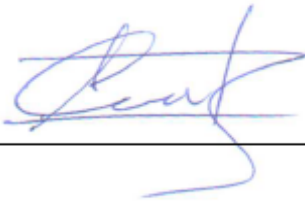
Declaratoria de Autenticidad

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Alexis Miguel Contreras Lara y Mijail Martin Velásquez Mendieta, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo identificados con DNIN° 48413281 y DNI N° 47029387 , respectivamente; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Julio del 2020



Alexis Miguel Contreras Lara



Mijail Martin Velásquez Mendieta

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de cuadros	xi
Índice de figuras	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	14
2.1. Diseño de investigación	14
2.2. Variables de Operacionalización	14
2.3. Población y Muestra	16
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	16
2.5. Procedimiento	16
2.6. Método de Análisis de Datos	16
2.7. Aspectos Éticos	16
III. RESULTADOS	17
3.1. Estudio Topográfico	17
3.1.1. Generalidades	17
3.1.1.1. Levantamiento Topográfico	17
3.1.1.2. Curvas de nivel	17
3.1.1.3. Trazo de Poligonal	17
3.1.1.4. Nivelación del Perfil	17
3.1.2. Ubicación	18
3.1.3. Reconocimiento de la zona	18

3.1.4.	Metodología De trabajo.....	18
3.1.4.1.	Personal	18
3.1.4.2.	Equipos.....	18
3.1.4.3.	Materiales	19
3.1.5.	Procedimiento.....	19
3.1.5.1.	Levantamiento Topográfico de la zona	19
3.1.5.2.	Puntos de Georreferenciación	19
3.1.5.3.	Puntos de Ubicación.....	20
3.1.5.4.	Toma de detalles y relleno topográficos	20
3.1.5.5.	Códigos Utilizados en el Levantamiento Topográfico.....	20
3.1.5.6.	Características Geométricas de la Carretera.....	21
3.1.6.	Trabajo de Gabinete	22
3.1.6.1.	Procesamiento de información de campo y dibujo de planos	22
3.2.	Estudio de Mecánica de Suelos y Cantera.	22
3.2.1.	Estudio de Suelos	22
3.2.1.1.	Alcance.....	22
3.2.1.2.	Objetivos	22
3.2.1.3.	Descripción del Proyecto	22
3.2.1.4.	Descripción de los trabajos	23
3.2.1.5.	Descripción de Calicatas	25
3.2.2.	Estudio de Cantera	31
3.2.2.1.	Identificación de la Cantera.....	31
3.2.2.2.	Evaluación de las características de la Cantera	31
3.2.3.	Estudio de fuente de Agua	32
3.3.	Estudio Hidrológico y Obras de Arte.....	32
3.3.1.	Hidrología.....	32
3.3.1.1.	Generalidades	32
3.3.1.2.	Objetivo en Estudio	32
3.3.1.3.	Estudios Hidrológicos	32
3.3.2.	Información hidrometeorológica y cartográfica.....	35

3.3.2.1.	Información Pluviométrica.....	36
3.3.2.2.	Precipitaciones máximas en 24 Horas.....	40
3.3.2.3.	Cálculo de caudales.....	42
3.3.3.	Hidráulica y Drenaje	43
3.3.3.1.	Drenaje Superficial.....	43
3.3.3.2.	Diseño de Cunetas	45
3.3.3.3.	Diseño de Cunetas	46
3.3.3.4.	Capacidad de Cunetas	49
3.3.3.5.	Diseño de Alcantarilla de Alivio.....	54
3.3.4.	Resumen de Obras Civiles (Arte).....	62
3.4.	Diseño Geométrico de la Carretera	63
3.4.1.	Generalidades	63
3.4.2.	Normatividad.....	63
3.4.3.	Clasificación de la Carretera	63
3.4.3.1.	Clasificación según su Orografía	63
3.4.3.2.	Clasificación por Demanda	63
3.4.4.	Estudio de Trafico	64
3.4.4.1.	Generalidades	64
3.4.4.2.	Conteo y Clasificación Vehicular	64
3.4.4.3.	Metodología	64
3.4.4.4.	Procesamiento de información	65
3.4.4.5.	Determinación del Índice Medio Diario (IMD)	65
3.4.4.6.	Determinación del factor de corrección	65
3.4.4.7.	Resultados del Conteo Vehicular	66
3.4.4.8.	IMD por estación.....	67
3.4.4.9.	Proyección de Trafico	67
3.4.4.10.	Tráfico Generado.....	67
3.4.4.11.	Tráfico Total.....	68
3.4.4.12.	Cálculos de los Ejes Equivalentes	69
3.4.4.13.	Clasificación de Vehículos.....	70

3.4.5.	Parámetros de Diseño en Zona Rural	70
3.4.5.1.	Índice Medio Diario Anual (IMDA)	70
3.4.5.2.	Velocidad de Diseño	70
3.4.5.3.	Radios Mínimos	71
3.4.5.4.	Anchos Mínimos de Calzada de Tangente	72
3.4.5.5.	Distancia de Visibilidad de Parada.....	73
3.4.6.	Diseño Geométrico en Planta.....	74
3.4.6.1.	Generalidades	74
3.4.6.2.	Tramos en Tangente	75
3.4.6.3.	Curvas Circulares	75
3.4.6.4.	Curvas de Transición.....	77
3.4.6.5.	Curvas de Vuelta	78
3.4.7.	Diseño Geométrico en Perfil	78
3.4.7.1.	Generalidades	78
3.4.7.2.	Pendientes.....	79
3.4.7.3.	Curvas Verticales	79
3.4.8.	Diseño Geométrico de la Sección Transversal.....	81
3.4.8.1.	Generalidades	81
3.4.8.2.	Calzada	81
3.4.8.3.	Bermas.....	82
3.4.8.4.	Bombeo	83
3.4.8.5.	Peralte.....	84
3.4.8.6.	Taludes	84
3.4.8.7.	Cunetas	85
3.4.10.	Diseño de Pavimento.....	87
3.4.10.1.	Generalidades	87
3.4.10.2.	Datos del CBR.....	87
3.4.10.3.	Datos del Estudio de Tráfico	91
3.4.10.4.	Detalle del Pavimento	91
3.4.11.	Señalización	96

3.4.11.1.	Generalidades	96
3.4.11.2.	Requisitos	96
3.4.11.3.	Señales Verticales	97
3.4.11.4.	Colocación de las Señales	97
3.4.11.5.	Hitos Kilométricos	99
3.4.11.6.	Señales del Proyecto.....	103
IV.	DISCUSIÓN	109
V.	CONCLUSIONES	111
VI.	RECOMEDACIONES.....	112
VII.	REFERENCIAS	113
VIII.	ANEXOS.....	116
	Anexo 01. Panel fotográfico.....	116
	Anexo 02. Calculo del Diseño Geométrico.....	119
	Anexo 03. Estudio de Mecánica de Suelos.....	144

Índice De Cuadros

Cuadro 1. Población de Simbal	4
Cuadro 2. Población en los últimos años del distrito de Simbal	5
Cuadro 3. Detalle Vías de Acceso.....	6
Cuadro 4. Operacionalización de Variables	15
Cuadro 5. Codificación del levantamiento Topográfico	21
Cuadro 6. Características Geométricas de la Vía.....	21
Cuadro 7. Número mínimo de ensayos de CBR	23
Cuadro 8. Ubicación de calicatas	24
Cuadro 9. Ensayos Realizados	24
Cuadro 10. Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos	30
Cuadro 11. Análisis de ensayo Cantera.....	31
Cuadro 12. Valores del periodo de retorno (T)	33
Cuadro 13. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.....	33
Cuadro 14. Vida útil considerada (N)	34
Cuadro 15. Coeficientes de Escorrentía – Método Racional	34
Cuadro 16. Coeficiente de Escorrentía.....	35
Cuadro 17. Información de la estación pluviométrica	35
Cuadro 18. Datos pluviométricos.....	37
Cuadro 19. Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica.....	38
Cuadro 20. Precipitaciones Pluviométricas.....	39
Cuadro 21. Precipitaciones Máximas en 24 horas	40
Cuadro 22. Precipitaciones Máximas.....	41
Cuadro 23. Intensidad Máxima	42
Cuadro 24. Inclinación Máxima del Talud (V:H) interior de cuneta	46
Cuadro 25. Cálculo de caudales de aporte para cunetas	47
Cuadro 26. Valores de rugosidad manning “n” para conductos abiertos.....	50
Cuadro 27. Velocidades limites admisibles	50
Cuadro 28. Velocidades limites admisibles en cunetas revestidas.....	51
Cuadro 29. Secciones transversales	51

Cuadro 30. Cálculo de cuneta proyectada	53
Cuadro 31. Ubicación de aliviaderos	55
Cuadro 32. Cálculo de caudales de aporte para aliviaderos	56
Cuadro 33. Valores de rugosidad (manning) para conductos cerrados	59
Cuadro 34. Secciones transversales	60
Cuadro 35. cálculos del caudal de aliviaderos (TMC 24")	61
Cuadro 36. Resumen de las obras de arte.....	62
Cuadro 37. Ubicación del punto de estación.....	64
Cuadro 38. Índice Medio diario utilizando los factores de corrección	66
Cuadro 39. Cantidad de vehículos por día	66
Cuadro 40. Proyección de tráfico en 10 años.....	68
Cuadro 41. Trafico normal y tráfico generado (proyección 10 años)	68
Cuadro 42. Tráfico total – proyección 10 años	68
Cuadro 43. Cálculo de ejes equivalentes.....	69
Cuadro 44. Determinación del vehículo de diseño	70
Cuadro 45. Velocidad de diseño según su clasificación	71
Cuadro 46. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras	72
Cuadro 47. Ancho mínimo de calzada de tangente.....	72
Cuadro 48. Longitud de visibilidad de parada	73
Cuadro 49. Longitud mínima de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles.	74
Cuadro 50. Valores de deflexión máxima.....	75
Cuadro 51. Distancias de tramos en tangentes.....	75
Cuadro 52. Formulas - Elementos de curva	77
Cuadro 53. Radios que permiten prescindir la curva de transición.....	77
Cuadro 54. Distancia mínima de bombeo y peralte	78
Cuadro 55. Pendientes máximas	79
Cuadro 56. Valor de índice K para curvas convexas	80
Cuadro 57. Valore del índice K para curvas cóncavas.....	81
Cuadro 58. Ancho de Calzada Mínima	82
Cuadro 59. Inclinación mínima de la berma	83

Cuadro 60. Valores de bombeo en la calzada	84
Cuadro 61. Valores de peralte máximo	84
Cuadro 62. Valores para taludes de corte.....	85
Cuadro 63. Valores para taludes de relleno (terraplenes) (relación V:H).....	85
Cuadro 64. Resumen General del diseño Geométrico	86
Cuadro 65. Datos de CBR.....	87
Cuadro 66. Características de Tramo	88
Cuadro 67. Categoría de la Sub Rasante	88
Cuadro 68. Espesor recomendado para estabilización por sustitución de suelo	89
Cuadro 69. Valor relativo de CBR en la sub base granular	89
Cuadro 70. Valor relativo de CBR en base granular.....	89
Cuadro 71. Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador	90
Cuadro 72. Rango de cemento requerido en estabilización suelo cemento	90
Cuadro 73. Resultados de Ejes Equivalentes	91
Cuadro 74. Tipo de tráfico pesado expresado en EE.	91
Cuadro 75. CBR de diseño	92
Cuadro 76. Espesores según el CBR y categoría de tráfico	92
Cuadro 77. Parámetros de Diseño según el método AASHTO -93	94
Cuadro 78. Diseño de Espesores de Pavimento	95
Cuadro 79. Ubicación de Señales reguladoras	106
Cuadro 80. Ubicación de Señales Preventivas	106
Cuadro 81. Ubicación de Señales Informativas	108

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del departamento de la libertad – Provincia de Trujillo- Distrito de Simbal ..3	
Figura 2. Diseño de investigación	14
Figura 3. Perfil Estratigráfico.....	29
Figura 4. Precipitaciones Máximas	41
Figura 5. Determinación de la Cuenca	43
Figura 6. Sección geométrica de cuneta.....	49
Figura 7. Sección de Cuneta.....	52
Figura 8. Dimensiones de cunetas proyectada final.....	54
Figura 9. Posición de la cuneta proyectada	54
Figura 10. Programa para diseño de aliviaderos	58
Figura 11. Modelación según el software HCANALES	61
Figura 12. Dimensiones de Aliviadero.....	62
Figura 13. Representación del volumen de transito	67
Figura 14. Simbología de la curva Circular	76
Figura 15. Tipos de curvas convexas	80
Figura 16. Tipos de curvas cóncavas	80
Figura 17. Sección transversal de autopista en tangente.....	81
Figura 18. Elementos de calzada.....	82
Figura 19. Inclinación Transversal de la Berma	83
Figura 20. Sección de corte cerrado en la carretera	86
Figura 21. Sección de relleno en la carretera	86
Figura 22. Estructura de pavimento tramo 00 - 02.....	93
Figura 23. Estructura de pavimento tramo 03 - 05.....	93
Figura 24. Estructura de pavimento tramo 05 - termino	96
Figura 25. Ubicación longitudinal y distancias de lectura	97
Figura 26. Ubicación lateral (ejemplo A).....	98
Figura 27. Ubicación lateral (ejemplo B).....	98
Figura 28. Ejemplo de orientación de la señal	99

Figura 29. Señales de prioridad.....	99
Figura 30. Señales de Restricción	100
Figura 31. Señales de Prevención (ejemplo A)	101
Figura 32. Señales de Prevención (ejemplo B)	101
Figura 33. Señales de Información (postes de kilometraje)	102
Figura 34. Señales de localización	102
Figura 35. Señales Reglamentarias	103
Figura 36. Señales Preventivas.....	104
Figura 37. Señales Preventivas (P-5-2B y P-5-2A).....	104
Figura 38. Señales Preventivas.....	105
Figura 39. Señales Informativas.....	105

RESUMEN

El presente proyecto denominado “Diseño De La Carretera: Tramo Collambay – Caserío Altamisa, Distrito de Simbal, Provincia De Trujillo, La Libertad” tiene como propósito de mejorar y contribuir con el desarrollo de la población aledaña a la zona de estudio. El proyecto tiene una longitud de 8,126 km, un tipo de terreno accidentado tipo 3 nos indica que el suelo del tramo está compuesto mayormente por material arcilloso, teniendo un CBR promedio al 95% de 15% y la cantera tiene un material con fragmentos de roca, grava y arena presentado un CBR de 66.06% al 100%, pendientes que oscilan entre 9 a 11%. Se consideró las obras de arte a partir de la estación meteorológica de SINSICAP teniendo un máximo registro pluviométrico de 53.80 mm/h, para lo cual diseñó las cunetas de sección triangular de 0.5 * 1.05 m, las alcantarillas de alivio tipo TMC con diámetros de 56”.al efectuar el diseño de la carretera se consideró una calzada mínima de 6 m, una berma de 0.5, un bombeo de 2.5%, un peralte de 8%, pendiente máxima de 10%, radios mínimos de 25 m, velocidad directriz de 30 km/h.

Palabras clave: Diseño de Carretera, Tipo de Terreno, Carreteras.

ABSTRACT

This project called "Road Design: Collambay Section - Caserío Altamisa, Simbal District, Trujillo Province, La Libertad" has the purpose of improving and contributing to the development of the surrounding population to the study area. The project has a length of 8,126 km, a type of rough terrain type 3 indicates that the floor of the section is mostly made of clay material, having an average CBR of 95% of 15% and the quarry has a material with rock fragments, gravel and sand presented a CBR of 66.06% to 100%, slopes ranging from 9 to 11%. Consider the works of art from the SINSICAP weather station having a maximum rainfall of 53.80 mm / h, for which designs the gutters of triangular section of 0.5 * 1.05 m, the TMC type relief sewers with diameters of 56 Road design is considered a minimum roadway of 6 m, a berm of 0.5, a pumping of 2.5%, a can't of 8%, maximum slope of 10%, minimum radii of 25 m, driving speed of 30 km / h.

Keywords: Road Design, Terrain Type, Roads.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, existe una declinación en la infraestructura vial con respecto a la cantidad y calidad de las carreteras a nivel nacional, regional y local, como se evidencia en el país los responsables y nuestras autoridades adoptan esta problemática con poco interés y no prestan la debida atención a las consecuencias que se están presentando hoy en día, ya que la falta de este medio hace que las oportunidades de crecimiento sean descendientes a nivel del país

La libertad ha llegado a obtener un 22% de vías pavimentadas, para llegar a un 46% o 48% se requiera la inversión del gobierno regional de La Libertad para la mejora de la superficie vial de un total 660.40 km de carreteras departamentales, lo que incluye a 10 provincias de la región. El mantenimiento habitual que se realizan a las carreteras del interior dejaba en su mayoría mucho que criticar debido a que el proceso es el mismo. El gobierno regional tiene como prioridad añadir una superficie de mortero asfáltico en los diferentes proyectos, con el mantenimiento requerido se logrará la mayor durabilidad y así evitar que el polvo trascienda con el paso del vehículo a las viviendas que se encuentran en las vías. (Regionlalibertad,2019)

En el distrito de Simbal, las precipitaciones pluviales se están presentando constantemente en los últimos meses y como resultado es el aumento del caudal del afluente Collambay teniendo posteriormente como efecto la erosión de un badén, dejando a los centros poblados totalmente sin acceso. La vía tiene un daño manifestado de una longitud de 35 metros por lo tanto la municipalidad distrital ha tomado cartas en el asunto habilitando la maquinaria pesada cuya función es realizar los trabajos de rehabilitación de la vía este fenómeno está perturbando con gran impacto a la carretera teniendo como problema el transito interrumpido que perjudica a todo tipo de transporte que cuentan con un destino a las poblaciones aledañas. (indeci reporte, 2019)

las precipitaciones pluviales de los últimos meses tienen como consecuencia el desborde del afluente Lucmar, a raíz de eso un badén se vio afectado por dicho fenómeno y los

problemas de circulación de vehículos se están manifestando. Hace dos años el puente denominado Collambay colapsó como consecuencia del desborde del río también mencionado Collambay.

Es así como los moradores de la comunidad de Collambay tienden a poner en peligro sus vidas al utilizar una plataforma corrediza incorporada a cables denominado oroya para atravesar en un compartimiento el río Lucmar. Esta problemática ya cuenta con antecedentes y se tiene que tomar acciones de inmediato específicamente de las autoridades tanto locales como regionales para poder reconstruir habilitando en sí el puente para el libre tránsito en las vías, dicha localidad ya está viendo afectado en pequeños tramos constantemente y seguidamente el Instituto Nacional de Defensa Civil pronostica estos eventos anualmente. (peru21.2019)

En la actualidad los centros poblados de Collambay - caserío Altamisa cuenta con una infraestructura vial con deterioros severos por las constantes lluvias y el pasar de los años, la vía oscila entre 3 y 4 m y muchos de los tramos se encuentran en mal estado que obstaculiza el tráfico de vehículos asimismo carece de cunetas, aliviaderos, alcantarillas, que son las diferentes obras de arte que debería tener una carretera. La vía tiene un estudio de aproximadamente 10 años y hasta la actualidad no se ha ejecutado, mantiene criterios técnicos desactualizados asimismo a través de los años la característica de la vía ha tenido cambios considerables por los fenómenos que se presentan constantemente en la zona. Por lo tanto, es necesario actualizar el estudio con los parámetros establecidos por la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (DG) 2018.

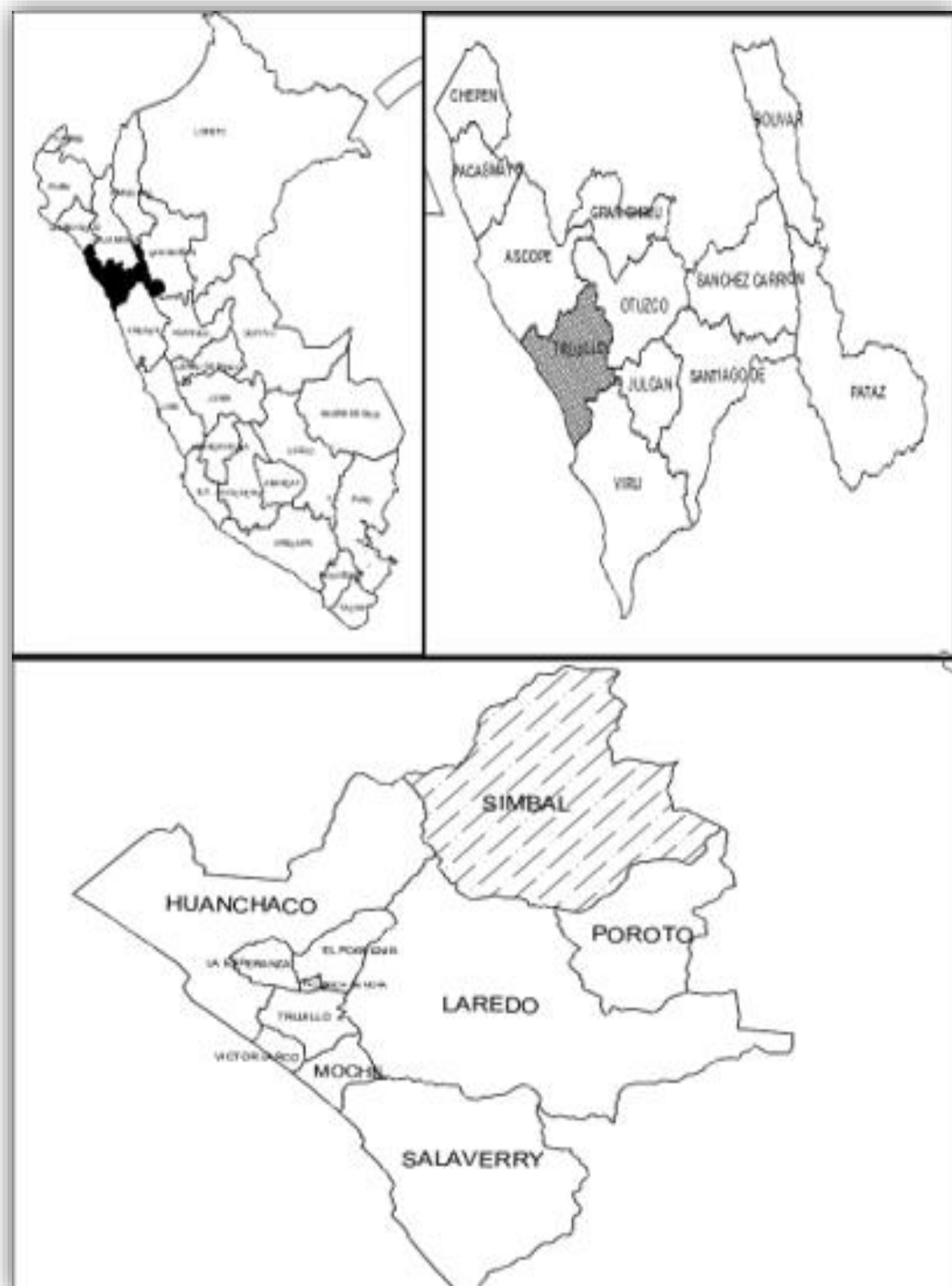
La ubicación política donde esta nuestra carretera esta especificada a continuación:

Ubicación Política

Región	: La Libertad
Provincia	: Trujillo
Distrito	: Simbal
Tramo	: Collambay – caserío Altamisa

La ubicación geográfica donde se encuentra nuestra carretera es la siguiente

Figura 1. Ubicación del departamento de la libertad – Provincia de Trujillo- Distrito de Simbal



FUENTE: Propia

El distrito de Simbal delimita con las siguientes localidades

NORTE : Con la provincia de Ascope
SUR : Con la provincia de Viru
ESTE : Con la provincia de Otuzco y Julcan
OESTE : Océano Pacifico

Con lo que respecta al tiempo la Provincia de Trujillo se representa por su clima árido y semi cálido, teniendo así temperatura de 30°C media máxima, y 14°C como mínima, con existencia pluviométrica. Así pues, el clima varía, cuando se presenta el fenómeno del Niño, aumentando el nivel de precipitaciones y la temperatura peligrosamente excediendo la media máxima en algunos casos.

La población estimada en el año 2017 nos indica en el cuadro 1.

Cuadro 1. Población de Simbal

DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	PROVINCIA DE TRUJILLO	DISTRITO DE SIMBAL
1'778,080 habitantes	970,016 habitantes	4061 habitantes

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2017: Población y Vivienda.

El último censo del 2017 la densidad poblacional es de 22.08 habitantes por kilómetro cuadrado.

Simbal es uno de los distritos más alejados de la zona urbana en la provincia de Trujillo, se localiza a una elevación de 563.00 m.n.s.m. con coordenadas geográficas de latitud 7°55'6.13" sur y longitud 78°49' 37.52" oeste con una superficie de 390.6 km².

Cuadro 2. Población en los últimos años del distrito de Simbal

S I M B A L	Año	Población
	2000	4,099
	2001	4,132
	2002	4,161
	2003	4,187
	2004	4,210
	2005	4,231
	2006	4,247
	2007	4,262
	2008	4,275
	2009	4,287
	2010	4,297
	2011	4,307
	2012	4,310
	2013	4,313
	2014	4,315
	2015	4,317

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2015 Población y Vivienda.

Sus aspectos socioeconómicos como la agricultura los pobladores del distrito de Simbal tiene como actividad el cultivo del maíz, yuca, frijol, trigo, caña de azúcar, frutales y verduras, las cuales se comercializan en la ciudad de Trujillo.

A comparación de la agricultura el distrito de Simbal la ganadería se desarrolla en menor proporción sin embargo está constituido por ganado vacuno, equino, aves de corral y porcinos. Los habitantes de la población local y los alrededores adquieren sus ingresos con el comercio de sus mismos productos agrícolas como ganado, teniendo así, accesibilidad comercial con diferentes mercados y centros comerciales de Trujillo.

la vía de acceso para poder llegar a nuestra localidad de estudio es mediante la carretera que une la ciudad de Trujillo hasta el desvío de Simbal, luego tenemos como destino el distrito de Simbal, la carretera es de asfalto con un recorrido de 34.2 km aproximadamente con un promedio de tiempo de viaje de 60 minutos en cualquier tipo de vehículo.

Cuadro 3. Detalle Vías de Acceso

TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO	VEHÍCULO	TIPO DE CARRETERAS
Trujillo – Cruce Simbal	29.7 km	50 min	todo tipo de vehículos	Asfaltado
Cruce Simbal – Simbal	4.5 km	10 min	todo tipo de vehículos	Asfaltado

Fuente: Elaboración Propia

Si hablamos de infraestructura de servicios en la zona de estudio podemos resaltar que a pesar de ser una zona rural cada vivienda cuenta con agua potable y energía eléctrica durante pequeñas proporciones al día.

El distrito de Simbal solo cuenta con un centro de salud llamado “Posta de Salud Simbal”, por lo tanto, solo cuenta con atenciones básicas de salud de tal modo los habitantes del distrito y las poblaciones aledañas son atendidos en este establecimiento, en algunos casos de emergencia son derivados a los diferentes hospitales que se encuentran en la provincia de Trujillo.

En el sector educación el distrito de Simbal cuenta con tres establecimientos educacionales: el colegio principal de nivel secundaria 80067 CESAR ARMESTAR VALVERDE, luego tenemos Escuelas en el sector Nuevo Cajamarca y el centro poblado Collambay denominados “Colegio Nueva Cajamarca “y “80632 CESAR A. VALLEJO MENDOZA” estas escuelas necesitan una infraestructura adecuada y un mantenimiento constante para tener un buen ámbito estudiantil.

En el distrito de Simbal la mayoría de viviendas no tienen un sistema apropiado de alcantarilla de tal manera, en algunas zonas se utiliza letrinas en las viviendas. Para la elaboración de este proyecto hemos tomado en cuenta proyectos similares en el aspecto de suelo, altitud y topografía, donde realizan diferentes métodos sobre las vías en estudio.

Zamudio (2018), en su proyecto de tesis “Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de pavimento flexible tramo Parubamba-Shitabamba, distrito y provincia de Cajabamba-Cajamarca” tiene como objetivo realizar el diseño de mejoramiento a nivel de pavimento flexible de la vía. Donde realizó el EMS obteniendo un suelo arcilloso con plasticidad alta y baja, el levantamiento topográfico se determinó un terreno tipo 3, el terreno presentó pendientes mayores a 10.9% y con una pendiente mínima de 1.04%, con el estudio hídrico de la cuenca en estudio permitió determinar las dimensiones de las obras civiles como cunetas de sección triangular y cuadrada de 0.4x0.8m. y 0.3x0.3m de dimensiones respectivamente, así mismo obteniendo alcantarillas de alivio de 24”, alcantarilla de paso de 24”, también se determinó dos badenes de 10 y 9 metros respectivamente y con el estudio de impacto ambiental se obtuvo un resultado negativo dentro de la construcción y el impacto positivo mostrara al concluir la construcción de la vía para el transporte tanto para pasajeros como para carga además determinando un presupuesto de S/ 5, 158, 256.91.

Soto (2018), en su tesis “Diseño para el mejoramiento a nivel de mortero asfáltico de la carretera tramos: Motil – Nueva California – Carata, Agallpampa, Otuzco, La libertad” tiene como objetivo efectuar un “Diseño para mejorar a nivel de mortero asfáltico de la carretera tramos: Motil – Nueva California – Carata, Agallpampa, Otuzco, La Libertad” realizando los estudios correspondientes de la vía como son la topografía de ya mencionada zona en estudiar, consiguiendo resultado de un terreno accidentado, con pendientes que fluctúan desde 6% hasta 10% considerando así una pendiente máxima de 10%. Facilitando así el trazo de la vía. Así mismo obteniendo un suelo limoso y arenas con porcentaje de finos, El terreno presenta un CBR variable a lo largo de la carretera, la cual resulta 8.43% - 16.32% - 9.02%, al 95% de densidad seca. Para definir la estructura de pavimento, tomando para la Sub-Base=0.18 m. de espesor y Base=0.25 m de espesor. y Mortero Asfáltico= 0.012 m. De acuerdo a los metrados realizados y los costos unitarios, se determinó el Presupuesto de la Obra, la cual es: S/. 8,514,439.97.

Gadea (2018), en su proyecto de tesis “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Tramo Pallar Alto y Lluchupata, Distrito Marcabal, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad” tuvo como objetivo, hacer diseño para la carretera donde unen los centros poblados tramo Pallar

Alto y Lluchupata. Realizando el levantamiento topografía de la zona, se obtuvo un terreno (Tipo 3). Para el estudio de suelos utilizando los métodos de SUCS Y AASHTO se determinó un suelo de arena y limos; además efectuando el estudio hídrico del lugar en estudio, lo cual llevó al diseñar cunetas de forma triangular de 0.35 x 0.70 m de dimensión, un reductor de velocidad y alcantarillas de alivio 24" y de paso (Tipo TMC) de 24" 32" 36" 40" 48" respectivamente, se consideró una calzada de 6.00 m, las bermas de 0.50 m, con un bombeo de 3 %, pendientes de 10 % máximas longitudinales, los radios de 25 m mínimos de curvatura, la velocidad de diseño de 30 km/h. Dando un presupuesto de obra de S/ 7,055,054.48.

Campos y Roncal (2018), en su tesis "Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo El Molle – Quiguir, distrito y provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad". El estudio de topografía de la zona obtuvo un terreno, con pendientes longitudinales máximas de 7.92%. Del estudio mecánico de suelo se obtuvo un suelo combinado de arena y finos (SM y/o SC). El diseño geométrico determinó un ancho de 6 m, las bermas de 0.50 m además pendiente de 3 y 6% respectivamente; el desnivel (peralte) máximo fue de 12% y radios de 25 m mínimos con velocidad de diseño de 30 km/h. También se diseñaron obras civiles como cunetas de 0.50x0.75 m, 2 alcantarillas con multiplate y alcantarillas tipo TMC para los alivios. El presupuesto es de S/ 14 553 198.89.

Astonitas (2018), en su tesis "Mejoramiento de la carretera Solecape – Cruz de Mediania – panamericana norte, distrito de Mochumí – departamento de Lambayeque – región Lambayeque - 2018" tiene por objetivo plantear la obra de camino beneficiando a los Caseríos de Solecape, Valle Nuevo – Cruz de Medianía, Distrito de Mochumi – Lambayeque. Para esto se tenía que efectuar el levantamiento topográfico a la zona de estudio para determinar una orografía plana, con una pendiente de 2.6%, clasificando a la vía en estudio en un terreno plano tipo 1. Según la mecánica de suelos arrojo (SUCS es SP-SM), obteniendo un suelo arenoso probablemente grabada pocos finos y arena limosa de baja plasticidad, respectivamente. También se terminó un CRB de 8.75% y 10.55% al 95% de su densidad seca máxima calificando como REGULAR - BUENO para sub rasante. Realizando los metrados se obtuvo un presupuesto de: S/ 5, 122, 677.57.

Cabanillas (2018), en su proyecto de tesis “Diseño del Mejoramiento y Ampliación de la Carretera que une los tramos de Pampa Hermosa Baja – La Leonera, Distrito de Usquil – Provincia de Otuzco – La Libertad”. planteando como objetivo “Realizar un diseño para mejorar y Ampliar la Carretera donde une los Tramos de Pampa Hermosa Baja - La Leonera, Distrito de Usquil – Provincia de Otuzco – La Libertad. llevando a cabo el levantamiento Topográfico de la zona, determinando que ese terreno presenta una orografía tipo 3, debido a que se encontraron pendientes transversales de 51% a 100%. Ejecutando la mecánica de suelos se encontró un suelo de arena y limos. Para la capa de rodadura se planteó Micropavimento, también se consideró un ancho (calzada) de 6 m, 0.50 m ancho de berma, con un 8% peralte máximo, pendientes longitudinales de hasta 10%, radios mínimos de 25 m, con 30 Km/h de velocidad directriz. Obteniendo un presupuesto de la obra vial cuyo monto es de S/. 5.156.563.63.

Goicochea (2017), en su proyecto de tesis “Diseño Del Mejoramiento Y Ampliación De La Carretera Que Une Los Tramos La Tuna - La Cortadera, Distrito De Huaranchal, Provincia De Otuzco, La Libertad”. Con el objetivo de realizar un diseño para mejorar y ampliar la carretera. Realizando en sí, el levantamiento topografía donde obtuvo un terreno con pendientes pronunciadas, se ejecutó el EMS donde obtuvo un suelo con arcillas y limos además se obtuvo el CBR al 95 %, el estudio hídrico determino el que se diseñó alcantarillas y alivio, asimismo desarrollando un diseño geométrico bajo el parámetro del “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014, en una carretera de 6.840 km de longitud. Se realizó también el estudio de impacto ambiental donde sus beneficios fueron positivos a su relación con los negativos, del análisis de costos y presupuestos obteniendo un costo total de obra de S/ 7'207,261.

Velasquez (2017), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera cartavio – panamericana norte, distrito de Santiago de cao, Ascope, la libertad” con el objetivo Realizar un diseño para mejorar la carretera Cartavio Panamericana Norte, Ascope, La Libertad, utilizando las normas vigentes disponibles. Se realizó el levantamiento topográfico donde se obtuvo una pendiente de 6% máxima y a la vez un ancho 7.20 m de calzada. Realizó el estudio de suelos determinando un suelo de arcilla ligero. Con CBR de 7.30%. Para la obtención de caudales que pasan en las alcantarillas nos basamos en la

información brindada por la Junta de Usuarios de Agua del Valle Chicama la cual nos indica que los caudales concuerdan con el diseño de estas alcantarillas. Su estructura del pavimento conformada por una sub-base granular de 0.15m y base granular de 0.20 m, con 8 cm de capa asfáltica. Se efectuó el estudio de impacto ambiental identificando los impactos tanto negativos como positivos, dado que no es significativo en comparación con los impactos positivos. El costo total del proyecto es de S/. 16,032,148.51 soles.

A continuación, explicamos algunos conceptos básicos para la comprensión del proyecto presentado:

En el Levantamiento Topográfico Contendrá los datos obtenidos de los estudios topográficos que se realice, de manera directa o indirecta de acuerdo a la exigencia de la entidad que lo contrate. Se tomará en cuenta la información cartográfica georeferenciada oportuna, a las dimensiones necesarias, teniendo un conocimiento de los espacios a levantar, dimensión de la poligonal, tamaño y escala de errores de cierre, puntos que nos sirven de referencia y de control vinculados a la Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84, cada uno señalado por sus coordenadas UTM y geográficas. (DG, 2018, p. 279).

Un Estudio impórtate que siempre debemos tener en cuenta es el de Mecánica de Suelos: Son estudios que determina las propiedades físicas y mecánicas de una determinada proporción del suelo, así como la granulometría, contenido de agua, límites de firmeza CBR (california Bearing Ratio), límite líquido, límite plástico, etc. Son ensayos que se realizan al suelo brindado datos y herramienta para predecir su comportamiento en las distintas obras. (Botía ,2017, p. 18).

La Hidrología o estudio hidrológico nos brindan los resultados obtenidos de las diferentes zonas a estudiar y el diseño hidráulico, obras de arte para drenaje con los determinados cálculos y planos que establece la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (DG) 2018: precipitaciones, temperatura, escorrentía, etc. (DG, 2018, p.280).

El Diseño Geométrico es una configuración técnica geométrica tridimensional con parámetros establecidos, con el fin de que toda vía tenga una funcionalidad adecuado, convincente, cómoda, barata y simultánea para no afectar el medio ambiente. (Cárdenas, 2013, p.1)

Como toda propuesta de proyecto el presupuesto es esencial para poder ejecutar cualquier tipo de proyecto y este estudio establece el costo total, existe un “Glosario de Partidas” que permite tener una noción en cuanto a definiciones y unidades de medición de acuerdo a las partidas de mejorar y construir carreteras y puentes vigentes, todo mencionado se basa en estudio de metrados y precios unitarios e incluye otras consideraciones como las utilidades, gastos generales, impuestos y lo que disponga la entidad que contrate. (DG, 2018, p. 278).

Un perfil longitudinal consiste en alinear rectamente, intersectando el terreno con un plano vertical pasando en la misma, nos facilita una realidad basada en el relieve del terreno con un panorama en proyectos de obras de ingeniería como el diseño de carreteras. (López y López, 2002, p.254).

Uno de los elementos importantes en una vía es la sección transversal que pertenece a una parte de una carretera con respecto al eje longitudinal de diferente tipo de obra lineal que se proyecte. Sera distinta en cualquiera de los puntos que se tome del eje longitudinal. (Corral y Villena,2009, p.211)

Un tráfico vehicular nos permite tener un conocimiento de la cantidad de vehículos, la distribución que mantiene en un tiempo determinado y la tipología de características vehiculares, la sección transversal se elige con un factor de crecimiento anual adecuada, longitud, radios, visibilidad y las pendientes máximas admisibles. (Fienco, Bravo, Guachisaca, Jaramillo y Fienco. 2017, p.16)

El índice medio diario anual significa un intermedio matemático de las proporciones diarias respecto a los 365 días del año en una proporción de vía. Su noción de una idea clara y cuantificable de lo importante que puede ser la vía en la proporción que se toma y permite calcular la factibilidad económica. (DG, 2018, p. 92).

Para tomar como base y referencia es necesario conocer la velocidad de diseño de tramo uniforme para establecer distintas peculiaridades geométricas, es decir distintos elementos que se incluye para un tramo geométrico. (DG, 2018, p. 11).

la velocidad máxima que puede mantener un móvil en una parte de la vía, es necesario conocer la “operación de velocidad” es sin exceder el diseño de velocidad de tramo homogéneo. (DG, 2018, P. 11). Los autores manifiestan que un vehículo puede recorrer a una velocidad máxima según el tipo de vía, pero ese parámetro se le denomina velocidad de Operación, bajo condiciones favorables de tiempo también prevaleciente del tráfico, sin

que exceda la velocidad segura de la vía, determinada por su velocidad de diseño. (Fienco, Bravo, Guachisaca, Jaramillo y Fienco. 2017, p.19).

la relación entre la distancia recorrida del vehículo y su tiempo de marcha se le denomina como velocidad promedio de marcha siempre y cuando el vehículo recorra dicha distancia. (Fienco, Bravo, Guachisaca, Jaramillo y Fienco. 2017, p.19).

también se le denomina velocidad de diseño a la velocidad que será elegida para proyectar y diseñar todas las peculiaridades que influyen de la vía en el tránsito de automóviles. Es la máxima velocidad que el vehículo puede circular por un tramo de vía. (Fienco, Bravo, Guachisaca, Jaramillo y Fienco. 2017, p.20).

Otro termino de importante conocimiento es la capacidad de vía, nos permite conocer la cifra mayor de móviles elemento de tiempo, que transitan por una parte de la carretera, con las condiciones de transito que sobresalen. se formula como una cantidad de cierto horario y el valor no tiene que exceder a no sé qué las condiciones de prioridad se modifiquen. (DG, 2018, p. 121).

La Calzadas o Superficies de Rodadura según el manual viene a ser una sección de la vía sin incluir la berma con un carril a más. Mayormente las calzadas se fraccionan como rieles es así, que la circulación de vehículos se basa en los sentidos destinados. (DG, 2018, p. 190).

El manual también nos define la berma como una pequeña proporción de vía longitudinal en forma de franja paralela con la calzada, también como confinamiento de la capa de rodadura es útil y es utilizado en estacionamiento de automóviles que se encuentren circulando en la vía por seguridad (DG, 2018, p. 192).

La indicación del manual de carretera nos indica que en toda vía las calzadas deberían mantener una pendiente mínima transversal llamado bombeo, esto permite desplazar las aguas que se encuentren en la superficie. Dependerá mucho de la rodadura y la pluviosidad del lugar. (DG, 2018, p. 195).

Existen canales que conducen los escurrimientos da la superficie de la plataforma vial llamado cuneta, talud y áreas adyacentes, tiene como finalidad de resguardar el pavimento. (DG, 2018, p. 208).

Los Taludes según el manual nos indica que es necesario hacer el diseño de inclinación en el terreno lateralmente, necesariamente en las zonas de corte y los desniveles. Pendiente (inclinación) se manifiesta a la tangente de la arista que viene hacer por la representación

en el plano a una determinada línea teórica horizontal y área de terreno. (DG, 2018, p. 202).

Como principal problema del estudio hemos considerado el siguiente: ¿Cuál es el diseño para el mejoramiento de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal, ¿Provincia de Trujillo, La Libertad?

El proyecto tiene como objetivo en mejorar el tránsito y la infraestructura de vial que une la localidad de Collambay - caserío altamisa teniendo una ampliación de 6m en el ancho de vía, proponiendo las pendientes mínimas y máximas, diseño de cunetas, alcantarilla y las obras de arte donde la fluidez del agua sea eficaz y en ambas localidades exista el crecimiento socio cultural, social y económico.

Para sacar adelante el proyecto se concurre a emplear técnicas de indagación como son: la topografía (levantamiento topográfico), estudio de suelos, estudio hídrico, manual de diseño de carreteras DG – 2018, estudio de impacto ambiental, costos y presupuestos, y software que nos permite hacer el diseño de carreteras como es el AutoCAD, civil3D, Ms Project; Técnicas que son de mucha ayuda para la elaboración de la vía.

El proyecto mediante la concentración de los estudios de la ingeniería dar una solución a corto o largo plazo a los principales problemas viales que se presentan en todas las zonas del Perú. De manera que las necesidades de los pobladores son cada vez de gran magnitud y para eso se requiere de un transporte económico, rápido y seguro.

La justificación tiene como fundamento lo siguiente: El proyecto tendrá los parámetros que están establecidos en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2018), dando así, fin de lograr que la vía sea eficaz y optima que favorezca a los aspectos metodológicos y prácticos como el turismo y la economía.

En este proyecto nuestro principal objetivo es “Realizar el diseño para el mejoramiento de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, La Libertad” y se basa en realizar el levantamiento topográfico para tener conocimiento del tipo de terreno y controlar el volumen de corte y relleno, así mismo

llevar a cabo un estudio de mecánica de suelos para determinar el tipo de suelo y sus particularidades, también es necesario realizar un estudio hidrológico de la zona (Hidrología y Drenaje) para diseñar obras civiles si es necesario y por último la elaboración del diseño geométrico de la carretera, de acuerdo a la normativa vigente del manual DG, 2018.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Nuestra investigación basándose por finalidad es aplicada, de tal manera trae conocimientos que se obtienen con el acopio de datos en campo para los resultados.

La investigación se enfoca como cuantitativa, puesto que las variables son cuantificables.

La temporalidad de la investigación es transversal, porque la información se adquiere en un tiempo determinado de la población o muestra.

El proyecto según el nivel es de tipo descriptivo simple cuyo esquema es el siguiente:

Figura 2. Diseño de investigación



Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

M: Tramo de 8.240 km de longitud, que comprende tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal, Provincia de Trujillo, La Libertad.

O: topografía, suelos, hidrología.

2.2. Variables de Operacionalización

Variable de estudio:

“Diseño de la carretera”

Dimensiones:

Levantamiento topográfico

Estudio de mecánica de suelos

Estudio hidrológico

Diseño geométrico y estructural de la carretera

Cuadro 4. Operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Intervalo o Rango
"DISEÑO DE LA CARRETERA"	Levantamiento Topográfico	Viene a ser los procesos con finalidad a determinar la ubicación relativa de dos o más marcas (puntos) que se ubican sobre una superficie terrestre. (Torres, 2013, p.7)	se realiza mediante la utilización de equipos topográficos y software como AutoCAD, civil 3D, Excel.	Trazo longitudinal (km)	Intervalo
				Perfiles longitudinales (km)	Intervalo
				Secciones transversales (km)	Intervalo
	Estudio de Mecánica de Suelos y Cantera	Define a la ciencia Física pues que, trata la acción de fuerzas sobre el suelo aplicando las distintas técnicas mecánicas permitiendo así conocer si es factible la utilización del mismo suelo en estudio (Crespo, 2004, p.17)	El análisis de suelos se realiza utilizando las medidas brindados por el SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos)	Granulometría (%)	Razón
				Límites de Consistencia (%)	Razón
				Contenido de Agua (%)	Razón
				C.B.R (%)	Razón
				Contenido de Agua (%)	Razón
				Limite Liquido (%)	Razón
				Limite Plástico (%)	Razón
	Estudio Hidrológico y Obras de Arte	El estudio hidráulico es la actividad de inspección obligatoria de los tipos de drenaje y obras de arte que permite el diseño hidráulico en cualquier tipo de infraestructura respecto a los cauces naturales o artificiales. (manual de hidrología , 2012, p.13).	consta con el estudio de las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo y el modelo de la corteza terrestre.	Precipitaciones fluviales	Razón
				Caudal (m3/s)	Razón
				Intensidad de Precipitación (mm)	Razón
				Cuencas (km2)	Razón
				Cunetas (m2)	Razón
				Alcantarillas (m2)	Razón
				Ponton (m2)	Razón
		Realizar el diseño geométrico nos tener	Para el diseño la vía, realizando y	Trazo Longitudinal	Razón

	Diseño Geométrico y estructural	un trazo estupendo alineamiento tanto horizontal como vertical del tramo respetando los parámetros establecidos en la norma DG – 2018. (DG, 2018, p.8).	tomando los parámetros dados por la norma DG-2018, considerando la velocidad directriz, tipo de vía.	Componentes de Diseño Geométrico	Razón
				Derecho de Vía	Intervalo
				Parámetros de diseño Básico (km/h), (m,%)	Razón
				Señalización (unid)	Razón
				Pavimento	Razón

Fuente: elaboración Propia

2.3.Población y Muestra

Población: La carretera que se está planteando en estudio y toda la dimensión que actúa en esta.

Muestra: Tramo de la carretera que se estudia

2.4.Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas: Tenemos la observación directa.

Instrumentos: Para el estudios el instrumento a emplear es la guía de observación, en la que se registrara la información obtenida mediante el apoyo de Equipos topográficos, Instrumentos de laboratorio, Equipos de oficina.

2.5.Procedimiento

La obtención de datos se conseguirá en el campo de estudio siguiendo los pasos de la guía de observación, utilizando los instrumentos y equipos topográficos, la recaudación esencial de escritos y eléctricos en información, análisis de muestras.

2.6.Método de Análisis de Datos

Aplicando el análisis de testimonios (datos) hacemos uso como los softwares con especialidad en cada área, como: AutoCAD, Civil3D, Hcanales y ArcGiS.

2.7.Aspectos Éticos

Comprometido a respetar todo lo dato obtenido como lo es el campo, laboratorio, oficina y ejecutar todos los trabajos necesarios para poder contribuir a la mejoría de localidad de Collambay y el caserío Altamisa.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Generalidades

3.1.1.1. Levantamiento Topográfico

Es el vínculo con datos obtenidos en campo que nos ayuda a determinar la geometría de la vía y el tipo de terreno u orografía.

El levantamiento topográfico se llevó a cabo entre las localidades de Collambay y Altamisa que comprende una elevación entre 840.00 y 1425.0

75 msnm, con una ESTACIÓN TOTAL, 2 prismas con operador incluido y un GPS, haciendo el trabajo con la precisión que se requiere en base al terreno, pendientes mínimas y máximas, paso de aguas y quebradas, con la finalidad de no extraer demasiado corte en el terreno y no impacte en el presupuesto del proyecto. Con los datos recolectados en campo y basándonos en la actual Manual de Carreteras del Diseño Geométrico, Lima 2018, p. 14, tenemos las pendientes que varían entre 6% y 8% es un terreno ACCIDENTADO y es el caso de nuestra vía en estudio.

3.1.1.2. Curvas de nivel

Se crean y se plasman en los softwares como AutoCAD Civil 3D que nos determina el relieve u orografía del terreno.

3.1.1.3. Trazo de Poligonal

Para este proyecto tenemos una poligonal descubierta (abierto) debido a los puntos tanto inicio como final cuentan con coordenadas y también elevación distinta. Determinando en sí de los PI sus coordenadas y ángulos interiores de la poligonal que se plantea.

3.1.1.4. Nivelación del Perfil

Principalmente es apreciar cómo se da a conocer y se plantea el terreno a lo largo de la vía.

3.1.2. Ubicación

REGIÓN	: La Libertad.
PROVINCIA	: Trujillo.
DISTRITO	: Simbal
TRAMO	: Collambay – Altamisa

3.1.3. Reconocimiento de la zona

Uno de los principales y primeros procedimientos en la realización de un proyecto es verificar el estado actual de la zona y el terreno para que nos brinde todo necesario de información para poder efectuar estudios necesarios tanto como extracción principal de muestras como es el levantamiento topográfico, estudio de suelos y el trabajo gabinete.

para el reconocimiento del terreno fue indispensable el transporte (autos, motos lineales), para poder determinar lo siguiente:

- El terreno presenta pendientes muy elevadas
- En la mayoría del tramo no cuenta con cunetas solo artesanales
- La dimensión del ancho de la vía varía entre 4 a 5 m
- Curvas demasiado cerradas
- Se encontró algunas obras de arte ya destruidas

3.1.4. Metodología De trabajo

3.1.4.1. Personal

- 2 Tesistas
- 1 Topógrafo
- 1 oficial (amigo)
- 1 chofer (familiar)

3.1.4.2. Equipos

- 01 estación total
- 01 trípode
- 03 prismas
- 01 wincha

- 01 GPS de mano
- Cámara fotográfica
- 01 autos (movilidad)

3.1.4.3. Materiales

- Cuaderno de notas
- Lapiceros
- Correctores
- Clavos

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento Topográfico de la zona

El trabajo en principio partiendo desde primer punto que se encuentra ubicado a la salida de la localidad de Collambay planteando así la poligonal abierta que emplearemos en el levantamiento en base al punto de referencia (E-1) y empezar a radiar los puntos más visibles que se pueda y sucesivamente para las demás estaciones hasta el punto final.

Empleamos los equipos correspondientes (estación total, prisma, GPS), posteriormente con un trabajo minucioso colocamos los puntos de suma importancia como los BMs y los puntos referenciales totalmente señalizados con pintura para tener la accesibilidad de visión

3.1.5.2. Puntos de Georreferenciación

Estos hitos (puntos) BM se diferencian con otros por ser totalmente fijos con datos que se tomaron en campo, por supuesto aplicando GPS tomamos las coordenadas y su elevación a ubicarnos de manera fácil durante el levantamiento topográfico. Hicimos cincuenta BMs por la cantidad de curvas, vegetación y la visión era deficiente y recorrimos toda la carretera con la movilidad obtenida con los colaboradores para brindar BMs necesarios para poder trabajar en gabinete y posteriormente hacer el diseño de la vía.

3.1.5.3. Puntos de Ubicación

Punto Inicial:

- La ubicación del punto inicial es en la localidad de Collambay Km 0+000 teniendo como Coordenadas E=741707.163, N=9122874.099, Z= 840.003 Msnm

Punto Final:

- La ubicación del punto final es en la localidad Altamisa Km 8+253 teniendo como Coordenadas E=744692.848, N=9127506.423, Z= 1425.075 Msnm

3.1.5.4. Toma de detalles y relleno topográficos

El tramo de la carretera en estudio comienza alrededor de 5.9 km de la municipalidad distrital de Simbal pasando por la localidad de Collambay – caserío Altamisa con una distancia de 8,253.00 km, la topografía del terreno es accidentada, por lo tanto, según el alineamiento que está presente encontramos curvas circulares que tienen los parámetros necesarios en radios mínimos según la norma actual peruana.

La vía se encuentra deteriorada con bastantes desniveles y ahuellamientos en la mayor parte de su longitud por consecuencia en época de lluvia la acumulación de agua evita el libre tránsito, sus pendientes exceden a los parámetros del reglamento actual, las curvas son angostas y los vehículos no pueden maniobrar libremente, no cuenta con sistema de drenaje pluviométricas, reductores de velocidad y señalización.

3.1.5.5. Códigos Utilizados en el Levantamiento Topográfico

Las diferentes zonas donde se ejecutó el levantamiento topográfico se optó por la utilización de algunos códigos estandarizados que nos ayudan a representar puntos estratégicos y cómo se comporta el terreno

Cuadro 5. Codificación del levantamiento Topográfico

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO					
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN	CÓDIGO		DESCRIPCIÓN
tal	→	Talud	Cerco	→	Cerco
fach	→	Fachada	Taf	→	Talud
carr	→	Carretera	Pa	→	Paso de Agua
e	→	Estación	Cas	→	Casas
ingle	→	Ingle	Poste	→	Postes
cresta	→	Cresta	Camino	→	Camino
Terr	→	Terreno	Cementerio	→	Cementerio
muro	→	Muro	Cunts	→	Cunetas

Fuente: elaboración propia

3.1.5.6. Características Geométricas de la Carretera

La distancia de la vía (carretera) Collambay – Altamisa, distrito de Simbal, no cuenta con los parámetros que indica la normal actual de diseño geométrico DG- 2018. A continuación se da a conocer un cuadro con las particularidades de la carretera.

Cuadro 6. Características Geométricas de la Vía

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Capa de Rodadura	Trocha – Piedra - Agujeros
Ancho de Vía	Entre 4 a 5 m
Distancia Total	8253 m
Desnivel Mínimos	Incumple – DG2018
Desnivel Máximos	Incumple – DG2018
Radio Mínimo	Incumple – Curvas Cerradas
Bermas en ambos lados	Incumple – DG2018
Cunetas	Incumple - Algunas Zonas

Fuente: Elaboración Propia

3.1.6. Trabajo de Gabinete

Concluyendo el trabajo de campo mediante el levantamiento topográfico obtenemos los puntos en coordenadas UTM-WGS84 que nos brindaron los equipos topográficos para luego convertirlos a un formato de Excel con las coordenadas Este, Norte, Cota además los puntos con la descripción de sus características.

El software que escogimos como herramienta para el diseño es el AutoCAD Civil 3D

3.1.6.1. Procesamiento de información de campo y dibujo de planos

Se procesó los datos obtenidos en campo para la realización de los planos mediante el uso del software AutoCAD Civil 3D – 2019.

- Inserción de data al software
- Generación de superficie del proyecto
- Generación de curvas de nivel

3.2. Estudio de Mecánica de Suelos y Cantera.

3.2.1. Estudio de Suelos

3.2.1.1. Alcance

Este estudio de suelos tiene como prioridad única a esta investigación de tesis con el nombre de “DISEÑO DE LA CARRETERA: TRAMO COLLAMBAY – CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD”

3.2.1.2. Objetivos

Establecer las distintas tipologías físico – mecánica de los suelos del proyecto denominado “DISEÑO DE LA CARRETERA: TRAMO COLLAMBAY – CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD”. y la cantera

3.2.1.3. Descripción del Proyecto

La finalidad del proyecto viene hacer un diseño en la carretera de tramo: Collambay – Altamisa, con una dimensión de 8 km +253.00 m y ancho de vía

que comprende entre 4 a 5 m, carece de, cunetas, aliviaderos y obras de artes para el pase de agua o escurrimiento. Tenemos como objetivo adecuar y modificar las medidas del diseño establecidos por la norma: manual de carretera diseño geométrico (DG- 2018), paralelamente haciendo un estudio hidrológico de la zona para el diseño de obras civiles que le hace falta a esta vía.

3.2.1.4.Descripción de los trabajos

Al ejecutar el estudio de suelos se determina la ubicación y un numero de calicatas que establece el “Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, se estableció calicatas a cada kilómetro de distancia según la clasificación de vía sacamos proporción de suelo de cada calicata para luego ser evaluados según el manual.

Cuadro 7. Número mínimo de ensayos de CBR

TIPO DE CARRETERAS	N° Mr y CBR
Carreteras de bajo volumen de transito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/dia, de una calzada	• Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Para el proyecto, ejecutaron 8 calicatas de 1 x 1 m y 1.5 de profundidad, rigiéndose por lo mencionado en el manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Cada muestra se obtuvo por km (kilómetro) de longitud de vía, tomando como referencia los puntos de BMs (puntos establecidos) para la ubicación de las calicatas. Se extrajo muestras (porción de terreno) en bolsas térmicas de 4 kg por calicata a cada kilómetro de distancia y a cada 3 kilómetros se extrae 40 kg de muestra en sacos de polietileno.

Posteriormente trasladamos al laboratorio las muestras para su respectivo estudio de suelos para hacer los análisis correspondientes. Pues que, la UCV (Universidad Cesar Vallejo) en su laboratorio ubicado en el distrito de moche nos brindó los datos correspondientes para realizar nuestro informe del proyecto

de tesis.

Cuadro 8. Ubicación de calicatas

CALICATA	PROGRESIVA (km)	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROFUNDIDAD (m)	OBSERVACIONES
C-01	01+000	1	1	1.5	Se extrajo material para CBR 1
C-02	02+000	1	1	1.5	
C-03	03+000	1	1	1.5	
C-04	04+000	1	1	1.5	Se extrajo material para CBR 2
C-05	05+000	1	1	1.5	
C-06	06+000	1	1	1.5	
C-07	07+000	1	1	1.5	Se extrajo material para CBR 3
C-08	08+000	1	1	1.5	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9. Ensayos Realizados

TIPOS DE ENSAYO		NORMA ASTM	NORMA MTC
Análisis Granulométrico		ASTM D - 422	MTC E 107
Humedad Natural		ASTM D - 2216	MTC E 108
Limite Atterberg	Limite Liquido	ASTM D - 4318	MTC E 110
	Limite Plástico	ASTM D - 4318	MTC E 111
	Índice de Plasticidad	-	MTC E 111
Clasificación de suelos: Método SUCS		ASTM D - 2487	-
Clasificación de suelos: Método AASHTO		ASTM M - 145	-
Proctor Modificado		ASTM D - 1557	MTC E 115
California Bearing Ratio		ASTM D - 1883	MTC E 132

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.5.Descripción de Calicatas

Calicata N°01

Realizamos la primera excavación a la distancia de 01+000 km del inicio del tramo con una profundidad de 1.50 m extrayendo la primera muestra de 4 kg con las características siguientes: la metodología SUCS nos indica que la muestra extraída es un material “SM” describiendo una Arena Limosa, a la vez por la metodología ASSHTO dando una muestra A-1-b (0) describiendo un material: canto, arena y grava de excelente a buen estado, tiene material fino de un porcentaje de 23.62.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =24%, Limite Plástico =22%, Índice de Plasticidad = 2% y presenta un Contenido de Humedad = 4.19%.

En el ensayo del CBR de la misma manera, se excavo para extraer material para efectuar el estudio de Proctor Modificado: Como lo es Método A y CBR, es así, arrojando resultados: CBR al 100% de 32.85% a su máxima densidad seca, CBR al 95% de 23.88% a su máxima densidad seca y por ultimo un Optimo contenido de Humedad =8.30 %.

Calicata N°02

La Segunda excavación se realizó a un recorrido de 02+000 Km del punto de inicio, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido, nos da a conocer un estrato, con las características siguientes: la metodología SUCS arroja que es un material “SC” que significa arena arcillosa con grava y por la metodología ASSHTO arrojando muestra A-2-6(0) que lo refiere que es un material: grava arena limo y arcilla regular a malo, teniendo material fino de 25.34% de porcentaje.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =31%, Limite Plástico =19%, Índice de Plasticidad = 12% y presenta un Contenido de Humedad = 5.23%.

Calicata N°03

La Tercera excavación se realizó a un recorrido de 03+000 Km del punto de inicio, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido, nos

da a conocer un estrato, con las características siguientes: la metodología SUCS arroja que un material “CL” que tiene como significado arena ligera arenosa, para la metodología ASSHTO arrojando muestra A-6(6) que refiere a un material: Suelo de Arcilla regular a malo, presentando material fino de 56.36% de porcentaje.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =35%, Limite Plástico =20%, Índice de Plasticidad = 15% y presenta un Contenido Húmedo = 7.80%.

Calicata N°04

La Cuarta excavación se realizó a un recorrido de 04+000 Km del punto de inicio, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido extrayendo la muestra de 4 kg con las características siguientes: la metodología SUCS nos indica que la muestra extraída es un material “CL” que tiene como significado arena leve arenosa, para la metodología ASSHTO arrojando muestra de A-6(5) que refiere a un material: Suelo Arcilloso regularmente a malo, presentando material fino de 53.78 de porcentaje.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =33%, Limite Plástico =19%, Índice de Plasticidad = 14% y presenta un Contenido de Humedad = 6.67%.

En el ensayo del CBR de la misma manera, se excavo para extraer material efectuando en si el estudio de Proctor Modificado: Como lo es Método A y CBR, es así, arrojando resultados: CBR al 100% de 7.08% a su máxima densidad seca, CBR al 95% de 6.14% a su máxima densidad seca, y por ultimo un Optimo contenido de Humedad =14.08 %.

Calicata N°05

La Quinta excavación se realizó a un recorrido de 05+000 Km del punto de inicio, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido, nos da a conocer un estrato, con las características siguientes: según la metodología SUCS es un material “CL” que significa arena leve arenosa, para la metodología ASSHTO arroja una muestra A-6(11) que refiere a un material de Suelo Arcilloso regular a malo, teniendo material fino de 64.96% de porcentaje.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =40%, Limite Plástico =20%, Índice de Plasticidad = 20% y presenta un Contenido de Humedad = 6.67%.

Calicata N°06

La Sexta excavación se realizó a un recorrido de 06+000 Km del punto de inicio del tramo, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido, nos da a conocer un estrato con las características siguientes: para la metodología SUCS es un material “ML - CL” que significa arcilla limo – arena, para la metodología ASSHTO arroja una muestra A-4(3) que refiere a un material: suelo limoso regularmente a malo, tiene material fino de 62.84% de porcentaje.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =35%, Limite Plástico =28%, Índice de Plasticidad = 7% y presenta un Contenido de vapor = 8.45%.

Calicata N°07

La Séptima excavación se realizó a un recorrido de 07+000 Km del punto de inicio, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido extrayendo la muestra de 4 kg con las características siguientes: la metodología SUCS nos indica que la muestra extraída es un material “CL” que tiene como significado arena leve arenosa, para la metodología ASSHTO arroja una muestra A-6(10) que refiere a un material: Suelo Arcilloso desde regular a malo, tiene material fino de 67.07% de porcentaje.

Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =37%, Limite Plástico =19%, Índice de Plasticidad = 18% y presenta Contenido de vapor = 12.00%.

En el ensayo del CBR de la misma manera, se excavo para extraer material efectuando en si el estudio de Proctor Modificado: Como lo es Método A y CBR, es así, arrojando resultados: CBR al 100% de 4.63% a su máxima densidad seca, CBR al 95% de 3.44% a su máxima densidad seca. y por ultimo un Optimo contenido de Humedad =15.18 %.

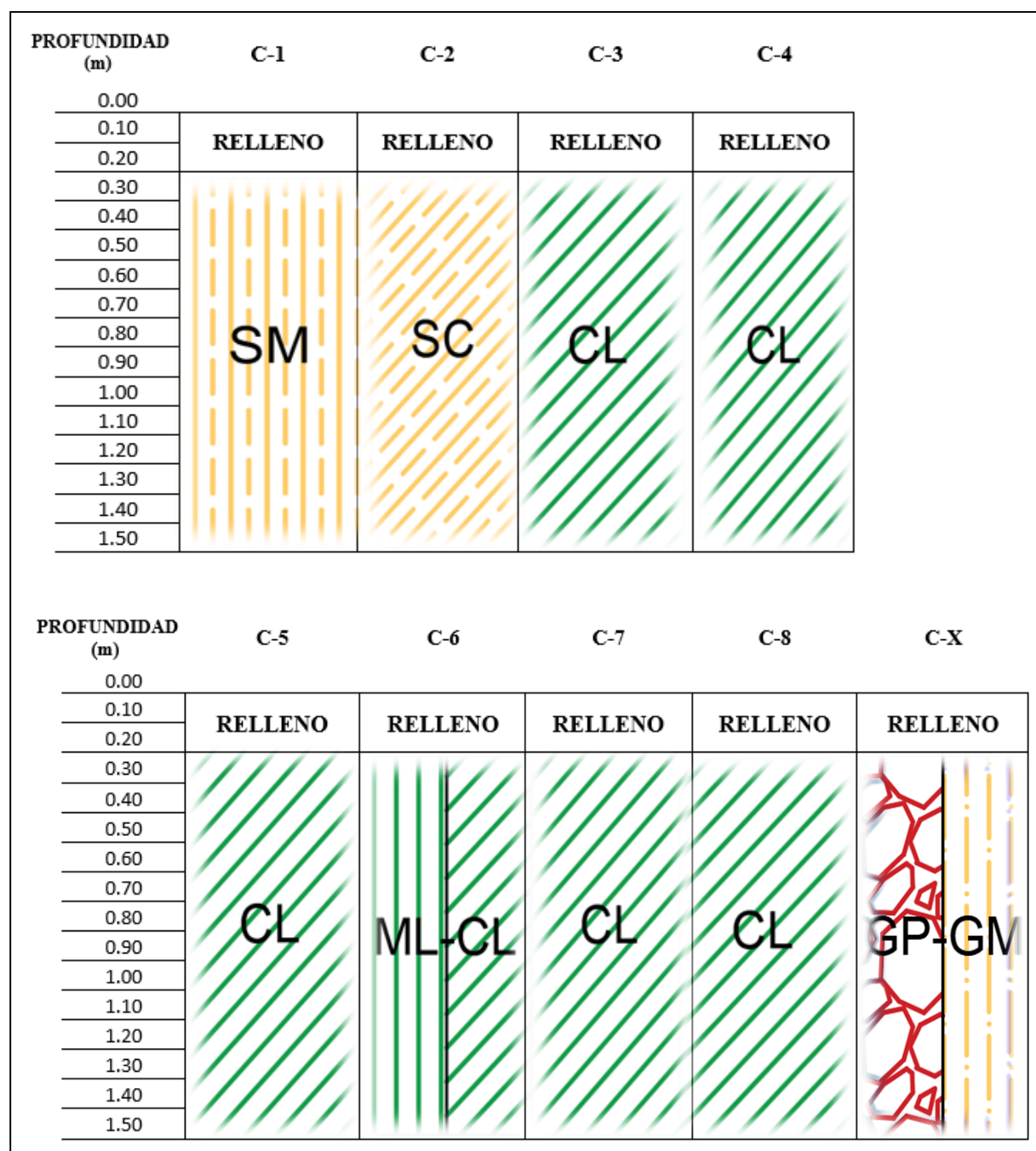
Calicata N°08

La Octava excavación se realizó a recorrido de 08+000 Km del punto de inicio, con una profundidad de 1.50 m sin presentar ningún tipo de líquido, nos da a conocer un estrato con las características siguientes: para la metodología SUCS es un material “CL” que significa arcillosa leve arenosa, para la metodología ASSHTO arroja un resultado de A-7-6(11) que refiere a un material: suelo arcilloso desde regular hasta malo, tiene material fino de 64.12% de porcentaje. Para Atterberg (los límites expresados en porcentaje) tenemos como resultados: Limite Liquido =43%, Limite Plástico =24%, Índice de Plasticidad = 19% y presenta un Contenido de Vapor = 10.43%.

Perfil Estratigráfico:

En la Figura 3 nos da a conocer los perfiles estratigráficos de las calicatas realizadas y cantera en el tramo en estudio.

Figura 3. Perfil Estratigráfico



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 10. Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos

CALICATA		UBICACIÓN (KM)	PROF. ESTRATO (M)	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECANICAS			
				C. H (%)	FINOS (%)	ARENAS (%)	GRAVAS (%)	L.L. (%)	L. P. (%)	I. P. (%)	SUCS	AASTHO	MDS (G/CM3)	OCH (%)	CBR (100%)	CBR (95%)
Nº	ESTRATO															
C-1	E-1	01+000	1.50	4.19	23.62	46.86	29.52	24	22	2	SM	A-1-b (0)	1.968	8.3	32.85	23.88
C-2	E-1	02+000	1.50	5.23	25.34	25.56	49.10	31	19	12	SC	A-2-6 (0)	-	-	-	-
C-3	E-1	03+000	1.50	7.80	56.36	35.17	8.47	35	20	15	CL	A-6 (6)	-	-	-	-
C-4	E-1	04+000	1.50	6.67	53.78	32.51	13.71	33	19	14	CL	A-6 (5)	1.773	14.08	7.08	6.14
C-5	E-1	05+000	1.50	6.67	64.96	28.47	6.57	40	20	20	CL	A-6 (11)	-	-	-	-
C-6	E-1	06+000	1.50	8.45	62.84	31.04	6.12	35	28	7	ML-CL	A-4(3)	-	-	-	-
C-7	E-1	07+000	1.50	12.00	67.07	23.60	9.33	37	19	18	CL	A-6 (0)	1.775	15.18	4.63	3.44
C-8	E-1	08+000	1.50	10.43	64.12	25.57	10.31	43	24	19	CL	A-7-a (11)				

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos UCV

3.2.2. Estudio de Cantera

El estudio de la cantera tiene como principal objetivo establecer la fuente de abastecimiento de áridos a aplicar en usos diferentes como son mejorar el suelo, afirmado, material a emplear en relleno, así pues, el estudio determinará sus características físicas – mecánicas de cada material.

Para realizar los ensayos requeridos el laboratorio de Suelos de las Universidad Cesar Vallejo acatara las normas del Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC E101 para poder determinar si es totalmente correcta la cantera en estudio para nuestra carretera.

3.2.2.1. Identificación de la Cantera

La ubicación a la cantera “LUCMAR” encontrada a pie de afluente lucmar, a tan solo 5 minutos de la localidad de Collambay con una accesibilidad adecuada para cualquier tipo de vehículo de carga.

La ubicación exacta se encuentra en la zona 17 M teniendo las coordenadas E: 739995.00 y N: 9122511.00 para la compra de material que aplicaremos en la base y sub base de nuestra vía como consecuencia al cumplimiento correcto del CBR

3.2.2.2. Evaluación de las características de la Cantera

La cantera sometida por diferentes tipos de ensayos en el laboratorio de Universidad Cesar Vallejo brindándonos los siguientes datos.

Cuadro 11. Análisis de ensayo Cantera

TIPO DE ENSAYO	UNIDAD	C - LUCMAR
Clasificación SUCS	%	GP-GM
Clasificación AASHTO	%	A-1-a (0)
Limite Liquido	%	22
Limite Plástico	%	21
Índice de Plasticidad	%	1
Contenido de Humedad	%	0.78
Optimo contenido de Humedad	%	7.13
CBR al 100%	%	66.06
CBR AL 95%	%	55.46

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Estudio de fuente de Agua

El principal abastecimiento se encuentra en el inicio de la carretera ubicada en Collambay, por lo tanto, es totalmente suficiente para abastecer todo el proyecto movilizándolo con cisternas adecuadas. La ubicación del botadero para eliminación de material excedente se encuentra en la progresiva 03+000

3.3. Estudio Hidrológico y Obras de Arte

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

Es esencial este estudio que se presenta a continuación para evacuar y conducir al elemento H₂O derivado por las precipitaciones y llegar al estudio es decir la vía, mediante construcciones de obras de arte facilitarán el traslado de los fluidos que pueden afectar de manera interna o externa la estructura de la carretera.

3.3.1.2. Objetivo en Estudio

Es vital motivo lo hidrológico a estudiar, es decir; establecer los máximos caudales de las precipitaciones en dicha zona de la vía, para establecer las obras de artes adecuadas que se encargaran de captarlas y evacuarlas todos los fluidos que afecten en ella, de esa manera la vía se mantendrá en buen estado.

3.3.1.3. Estudios Hidrológicos

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje MTC, Lima, 2014. Pg. 6 nos indica que la Hidrología es una rama estudiando la repartición, características y propiedades del Agua tanto geográficamente como atmosféricamente, incluyendo brusquedades pluviales, vapor del suelo, evaporación como escorrentía.

Es elemental en sí para distintas obras hídricas a diseñar mediante frecuentes modeladores matemáticos representando su comportamiento. También determinar hidrológicamente cómo se comporta un afluente en cualquier

aspecto sea un río, lago o un arroyo. Nos da a conocer las áreas más vulnerables a las distintas situaciones hidrometeorológicas.

Uno de los términos muy importantes en el estudio hidrológico es denominado “Periodo de Retorno (T)” su significado en pocas palabras es denominado el lapso promedio en años, donde el dato de caudal pico crece en determinado, alcanzando a superar una ocasión cada T años. Es considerada este término en el diseño de una obra en este caso puede ser la duración rentable en una estructura además la falla admisible depende de los componentes socio-económicos entre otros.

El cuadro 12 nos da a conocer algunos datos para utilizarlo en el periodo de retorno, para inseguridades admisibles y determinado tiempo de vida en exacto dígito de años.

Cuadro 12. Valores del periodo de retorno (T)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n años)									
R	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,5	7,7	15	18	37	73	144

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC 2014

Cuadro 13. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRAS	RIESGO ADMISIBLE (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC 2014

Cuadro 14. Vida útil considerada (N)

Obras de drenaje	Años
Puentes y defensas ribereñas	40
Alcantarillas de quebradas importantes	25
Alcantarillas de quebradas menores	15
Drenaje de plataforma y sub - drenes	15

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC 2014

Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia:

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, Lima, 2014. Pg. 27. Permite tener una concordancia en intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones respecto a un tiempo determinado, es decir un tiempo de reintegro (T).

Para establecer la Intensidad – Duración – Frecuencia, aplicarán datos precipitacionales del lugar donde se realizó el estudio, seleccionando la lluvia más grande, desigualdad de duración por año, luego se desarrolla un estudio de series formadas con frecuencia.

Método Racional:

Según MTC, Lima, 2014. Pg. 41. Este método da estimación al máximo caudal por precipitación, y abarca sobre la base un coeficiente de escorrentía estimado de la característica de la cuenca.

Para determinar los coeficientes de escorrentía, relaciona al tipo de suelo, la cobertura vegetal y la pendiente del terreno mostrado en el cuadro 15.

Cuadro 15. Coeficientes de Escorrentía – Método Racional

COBERTURA	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC 2014

Cuadro 16. Coeficiente de Escorrentía

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
Pavimento asfaltico y concreto	0.70 - 0.95
Adoquines	0.50 - 0.70
Superficie de Grava	0.15 - 0.30
Bosques	0.10 - 0.20

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC 2014

3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

La indagación hidrometeorológica se consiguió por medio datos meteorológicos se SENAMHI, se tomaron datos desde el año 2006 hasta 2015 dando a conocer precipitaciones máximas en 24 horas hasta 53.80 mm.

Tiene una variación a temperatura y esto dependerá de la estación, de 3° C en la noche hasta 16° C en el día.

La información climatológica tiene en consideración los estudios elaborados por la Estación Meteorológica de Sinsicap donde las precipitaciones son constantes mayormente en cada mes de enero hasta abril; estableciendo un origen alimentador en fuentes hidrográficas, que ayudan a establecer la etapa de cultivos como cosechas.

Cuadro 17. Información de la estación pluviométrica

ESTACIÓN	SINSICAP
TIPO	CONVENCIONAL
LATITUD	07°71'0.75"
LONGITUD	78°45'18.11"
ALTITUD	2315 M.S.N.M
DISTRITO	SINSICAP
PROVINCIA	OTUZCO
DEPARTAMENTO	LA LIBERTAD

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.1. Información Pluviométrica

Se tiene una data de precipitaciones pluviométricas en periodos de 10 años
(1996 – 2015)

Cuadro 18. Datos pluviométricos

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2007	59.50	31.50	125.00	69.50	22.00	3.50	2.00	4.00	0.00	38.60	41.20	49.40	446.20
2008	88.75	91.83	79.05	53.30	6.40	7.80	1.20	0.90	15.85	51.35	28.25	3.25	427.93
2009	80.63	60.37	117.67	0.00	0.00	14.55	10.35	0.00	5.60	0.00	41.03	47.71	377.91
2010	37.30	51.82	90.82	68.11	22.55	12.75	18.90	0.00	38.00	6.20	25.15	36.00	407.60
2011	130.25	87.20	148.02	246.06	15.40	0.00	23.10	0.00	31.10	41.10	65.66	148.60	936.49
2012	168.07	167.00	118.50	173.07	36.98	8.00	0.00	0.50	15.00	97.50	107.00	0.00	891.62
2013	70.50	173.50	300.50	60.00	29.50	2.00	14.00	0.00	4.00	121.00	20.00	93.50	888.50
2014	103.00	83.80	158.50	119.00	34.10	4.00	9.50	0.00	71.00	83.00	37.00	130.00	832.90
2015	161.00	102.50	277.50	110.00	40.00	12.50	8.00	0.00	23.75	71.50	83.00	157.50	1047.25
PROX	99.89	94.39	157.28	99.89	22.99	7.23	9.67	0.60	22.70	51.38	50.28	67.00	683.31
MAX	168.07	173.50	300.50	246.06	40.00	14.55	23.10	4.00	71.00	121.00	107.00	157.50	1047.25
MIN	37.30	31.50	79.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	377.91

Fuente: Gerencia Regional de Agricultura de la Libertad.

La máxima precipitación acumulada en un año es de 1047.25mm, como se da a conocer en el cuadro 18, por lo tanto, se establece que el espacio de influjo al proyecto viene hacer una Región LLUVIOSA.

Cuadro 19. Dimensiones Mínimas de Cuneta Triangular Típica

REGION	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (< 400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a < 1600 mm/año)	0.30	0.75

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje.

Se observa e indica que la magnitud de la precipitación con respecto al área de influencia será una región lluviosa, por lo tanto, en el cuadro 19 nos indica las dimensiones mínimas de la cuneta triangular

Cuadro 20. Precipitaciones Pluviométricas

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA				
Estación: SINSICAP	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	LATITUD: 07°51'0.75"	Cota =	2315 msnm
Denominación: PLUVIOM		LONGITUD: 78°45'18.11"		

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Máximo
1996	11.10	34.70	20.70	14.30	6.20	2.80	1.40	4.90	9.80	24.30	14.40	20.20	34.70
1997	24.70	23.80	30.80	9.30	16.30	6.10	0.00	12.80	26.00	35.10	23.10	33.50	35.10
1998	25.40	35.70	29.10	21.10	9.10	6.40	0.80	3.90	5.90	19.00	24.60	8.90	35.70
1999	28.20	49.40	24.20	10.80	12.90	17.30	1.10	3.90	19.30	10.90	34.10	22.40	49.40
2000	30.50	32.10	23.00	12.10	22.10	12.40	2.10	8.40	9.60	16.60	14.60	19.50	32.10
2001	22.30	19.30	29.60	5.70	11.10	2.50	3.70	0.60	5.50	31.90	20.80	34.00	34.00
2002	20.60	16.90	27.00	20.90	13.20	5.70	7.70	0.00	11.40	22.70	25.70	31.20	31.20
2003	16.40	18.00	24.00	21.10	4.90	5.90	2.60	7.20	14.20	18.60	24.80	19.20	24.80
2004	13.60	14.40	12.10	15.20	8.30	1.30	10.90	10.40	12.40	21.00	43.30	13.20	43.30
2005	23.30	34.80	43.10	28.20	7.80	5.70	0.00	13.00	10.40	27.10	6.20	28.20	43.10
2006	51.10	17.20	31.40	22.10	19.10	17.50	7.50	28.00	12.80	21.40	17.80	14.70	51.10
2007	24.50	23.20	25.20	22.90	20.70	0.00	6.70	3.40	8.60	38.90	18.00	23.10	38.90
2008	25.60	22.70	16.00	28.00	27.40	16.90	6.20	5.20	26.40	19.80	17.00	17.70	28.00
2009	29.90	12.50	31.50	30.00	28.60	8.10	10.60	10.20	8.20	23.00	21.20	24.20	31.50
2010	19.30	33.90	47.30	29.90	19.50	13.40	10.80	6.70	6.60	15.10	17.70	32.50	47.30
2011	26.40	17.90	24.10	30.50	8.30	0.40	9.80	0.60	26.40	13.00	16.90	29.10	30.50
2012	35.20	40.60	19.90	23.70	12.60	2.60	0.00	40.20	3.40	17.00	25.10	27.30	40.60
2013	23.00	24.40	21.20	51.30	21.00	3.80	10.10	6.80	4.80	23.00	10.50	24.80	51.30
2014	26.40	53.80	40.00	24.20	19.00	0.60	22.10	1.80	2.68	15.36	24.56	19.8	53.80
MAX	51.10	53.80	47.30	51.30	28.60	17.50	22.10	40.20	26.40	38.90	43.30	34.00	

Fuente: SENAMI

3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 Horas

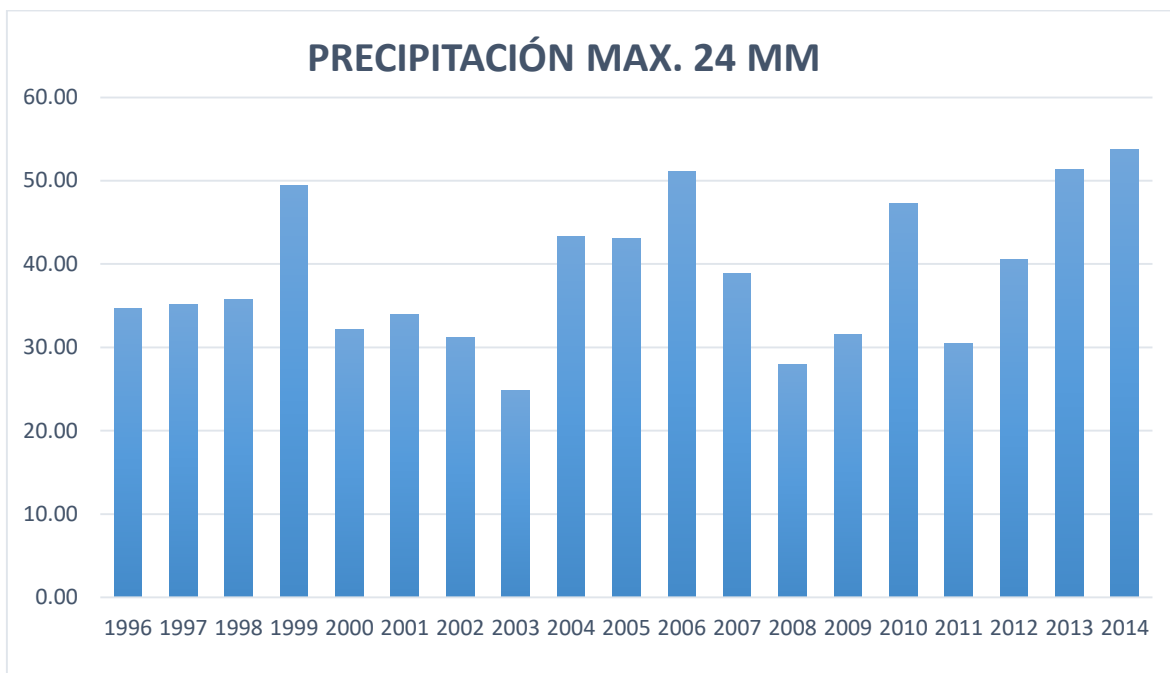
SINSICAP 107059 en lo meteorológico, nos muestra una precipitación máxima de 53.80 mm en 24 hora. Con lo cual se realizó los cálculos de caudales pues así poder plantear el diseño para obras civiles como son cunetas como alcantarillas de alivio

Cuadro 21. Precipitaciones Máximas en 24 horas

N°	AÑO	MES	Precipitación Máxima
1	1996	FEB	34.70
2	1997	OCT	35.10
3	1998	FEB	35.70
4	1999	FEB	49.40
5	2000	FEB	32.10
6	2001	DIC	34.00
7	2002	DIC	31.20
8	2003	DIC	24.80
9	2004	NOV	43.30
10	2005	MAR	43.10
11	2006	ENE	51.10
12	2007	OCT	38.90
13	2008	ABR	28.00
14	2009	MAR	31.50
15	2010	MAR	47.30
16	2011	ABR	30.50
17	2012	FEB	40.60
18	2013	ABR	51.30
19	2014	FEB	53.80

Fuente: SENAMHI

Figura 4. Precipitaciones Máximas



Fuente: SENAMHI

Cuadro 22. Precipitaciones Máximas

PERIODO DE RETORNO	FACTOR DE FRECUENCIA (KT)*	PRECIPITACIÓN PROMEDIO (MM)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (TR)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (PTR)
	1	2	3	4= 2 + 1 x 3
10	1.305	38.76	8.69	50.096
20	1.866	38.76	8.69	54.974
35	2.311	38.76	8.69	58.842
40	2.416	38.76	8.69	59.759
50	2.592	38.76	8.69	61.288
100	3.137	38.76	8.69	66.020

Fuente: Elaboración propia

Factor Frecuencia:

$$k_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

Intensidad Máxima (I Max)

Se halló considerando la guía de distribución de Yance presentado a continuación.

Modelo de Yance Tueros

$$I_{max} = a(PTR_{max.24})^b:$$

I máx. = Intensidad máxima (mm)

PTR máx.24 = Precipitación máxima (mm)

a= 0.4602 (Datos considerados)

b= 0.875 (Datos considerados)

Cuadro 23. Intensidad Máxima

PERIODO DE RETORNO	coeficiente	coeficiente	precipitación máxima (mm)	INTENSIDAD MÁXIMA (mm/hora) $I_{max} = a(PTR_{max.24})^b$
	a*	b*	PTR max.24	
10	0.4602	0.875	50.096	14.134
20	0.4602	0.875	54.974	15.332
35	0.4602	0.875	58.842	16.271
40	0.4602	0.875	59.759	16.493
50	0.4602	0.875	61.288	16.862
100	0.4602	0.875	66.020	17.995

Fuente: Elaboración propia

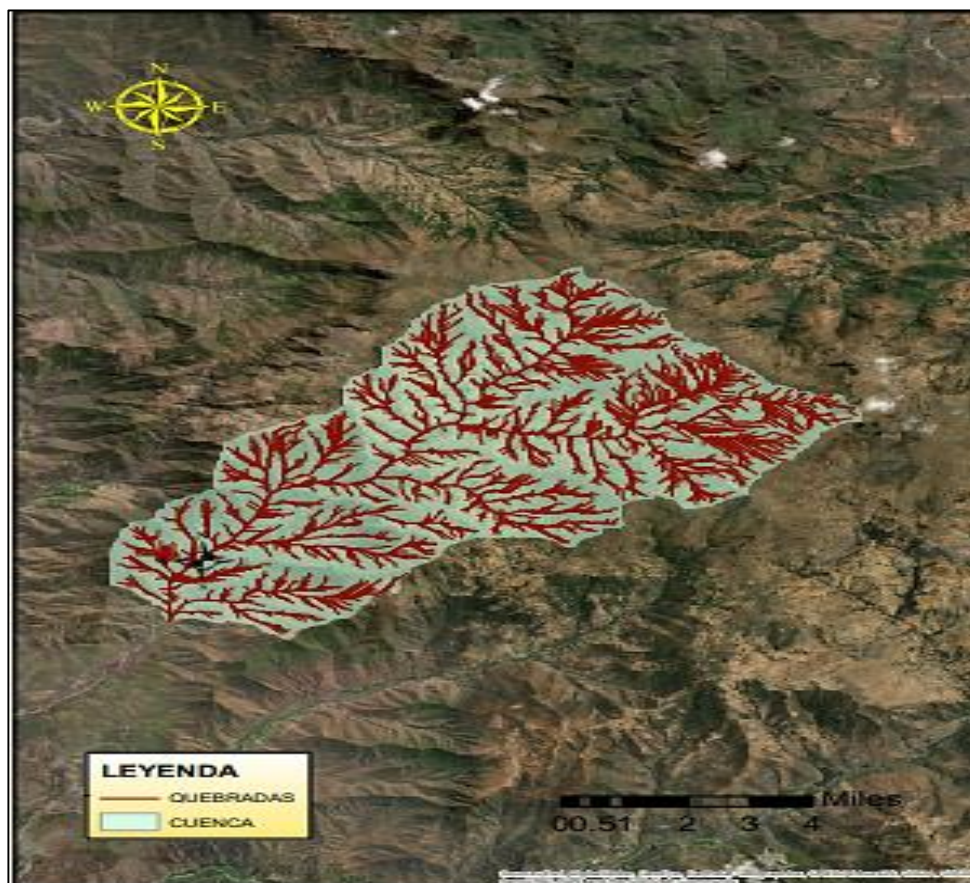
3.3.2.3.Cálculo de caudales

El caudal para el diseño para sub-cuencas en este proyecto, no será posible realizar, debido a que ninguna quebrada se intercepta con el tramo de la carretera a excepción del río que pasa transversalmente por el puente existente, de tal manera, para diseñar las cunetas se utilizó la información hidrológica de las precipitaciones mencionadas anteriormente.

En la fig. 5 se muestran la determinación de la cuenca, la cual se obtiene de las cartas nacionales y nos brindan la información de los ríos, lagos, quebradas, etc. Haciendo uso del programa AutoCAD Civil 3D podemos

determinar si la carretera cruza por algunos de ellos.

Figura 5. Determinación de la Cuenca



Fuente: Software ArgGis

3.3.3. Hidráulica y Drenaje

3.3.3.1. Drenaje Superficial

El manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito del ministerio de transporte (MTC- MCNPBVT), lima 2014, pág. 145, nos indica que para impedir el deterioro de partes o el total de la carretera debemos tomar con importancia el drenaje superficial, que así mismo los impactos negativos del medio ambiente son minimizados.

El principal objetivo del drenaje superficial es recolectar aguas pluviales o de las distintas quebradas que impactan en la carretera, de tal manera, son evacuadas hacia los cauces de quebradas o ríos existentes en la zona.

Evitando el deterioro de la infraestructura vial y obteniendo durabilidad como transitibilidad.

Criterios Funcionales:

En el drenaje superficial del proyecto se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tener soluciones técnicas disponibles.
- La facilidad en la obtención, costo y mantenimiento.
- El volumen de los caudales máximos de agua.

Los drenajes y sus elementos deberán tener las siguientes condiciones:

- Para evitar la erosión y la sedimentación, la velocidad del agua debe ser considerable
- El borde libre mínimo de agua de una alcantarilla debe de ser 0.10 m.
- Perjuicios materiales a terceras personas, producidos por inundaciones a la carretera

Riesgo de obstrucción

El MTC- MCNPBVT (pg. 151), el drenaje y sus elementos podrían sufrir alteraciones por obstáculos de seres arrastrados vulgarmente por corrientes, por ende, evitarlo es necesario una dimensión correcta y un mantenimiento o conservación adecuado.

La obstrucción de obras civiles como drenaje transversal (alcantarillas de paso), frecuentemente se da por la distinta vegetación que existe en la zona y es arrastrada por la fuerte corriente. Acatará de dichas características de cauces, zonas inundables que obtiene clasificar en las siguientes categorías:

- Riesgo alto: Prexiste riesgo que la corriente arrastre cuerpos en gran magnitud como árboles, rocas y objetos grandes
- Riesgo medio: El peligro no es tan pronunciado, la corriente arrastra ramas, arbustos, cañas como también cosas de

dimensión similar en cantidad importantes.

- Riesgo bajo: la previsibilidad al arrastre de cosas de tamaños en cantidades similares no es la construcción del desagüe.

Daños Debido a la Escorrentía

El MTC- MCNPBVT (pg. 152), son daños que se producen por existencia de la vía, es expresado, por distintos efectos procedentes por el caudal, la presencia de la vía y los elementos de drenaje superficial.

Los daños se clasifican como:

- Los daños causados al componente de drenaje o en su medio contiguo (sedimentación, erosión, roturas).
- Las complicaciones al funcionar la carretera o vías continuas, debido al aluvión de su plataforma.
- Los perjuicios de su estructura en el pavimento, su plataforma y obras civiles de la carretera.
- Los perjuicios materiales directos a los terceros por aluvión en las zonas colindantes.

3.3.3.2.Diseño de Cunetas

Se les denomina cunetas a los canales construidos en la parte lateral de la carretera, tiene la finalidad de evacuar el agua superficial y sub superficiales de la plataforma en la vía, provenientes de las precipitaciones.

Las secciones Transversales de las cunetas pueden tener distintas formas como trapezoidal, rectangular, triangular, o cualquier forma geométrica de acuerdo al diseño, para priorizar la seguridad de la vía; pueden ser abiertas, cerradas, revestidas o sin revestir, para adecuarse al diseño.

Por tanto, en el proyecto se realizará al pie del talud de corte longitudinalmente paralela a la calada de la vía cunetas de sección triangular, y estarán revestidas por hormigón respecto al mortero asfáltico en la capa de rodadura. Se realizará en todo el tramo de la carretera iniciando en la localidad de Collambay pasa por los distintos

sectores hasta llegar al caserío Altamisa.

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje, lima 2014, pág. 173, nos menciona, para determinar el desnivel del talud interno de la cuneta, acatará, por situaciones de seguridad, a la velocidad.

Cuadro 24. Inclínación Máxima del Talud (V:H) interior de cuneta

V.D. (Km)	I.M.D.A (VEH. /DIA)		
	< 750		> 750
< 70	1:02 1:03	(*)	1:03
> 70	1:03		1:04

Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y Drenaje

Para el proyecto los taludes de corte y relleno de las secciones típicas son 1:1 (H: V) y 1.5:1 (H: V) proporcionalmente. Se considera los mismos taludes de corte y relleno como lo indica en el Manual de Carreteras DG – 2018, son valores donde varían por acuerdo a su velocidad de diseño y nuestro IMD.

3.3.3.3.Diseño de Cunetas

Caudal de aportación, es la metodología que nos permite calcular y determinar el caudal en un área correspondiente al tramo de cuneta. De esta forma a continuación se calcula.

$$Q = \frac{C.I.A}{3.6}$$

Dónde:

Q : Caudal en m³/s

C : Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A : Área de aporte en km²

I : Intensidad de lluvia de diseño en mm/h

Cuadro 25. Cálculo de caudales de aporte para cunetas

N°	PRECIPITACIÓN			TALUD DE CORTE						DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q Total
	DESDE	HASTA	LG	ANCHO	ÁREA	C	P. de	Intensidad	Q 1	ANCHO	ÁREA	C2	P. de	Intensidad	Q2 (Calzada)	Q1 + Q2
				TRB	TRB		R	Máxima		TRB	TRB		R	Máxima	(Calzada)	
				(km)	(Km2)			(mm/hora)		(km)	(Km2)			(mm/hora)	m3/seg	
1	km. 00+000.00	km. 00+275.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
2	km. 00+275.00	km. 00+550.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
3	km. 00+550.00	km. 00+825.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
3	km. 00+825.00	km. 01+100.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
4	km. 01+100.00	km. 01+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
5	km. 01+350.00	km. 01+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
6	km. 01+600.00	km. 01+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
7	km. 01+850.00	km. 02+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
8	km. 02+100.00	km. 02+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
9	km. 02+350.00	km. 02+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
10	km. 02+600.00	km. 02+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
11	km. 02+850.00	km. 03+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
12	km. 03+100.00	km. 03+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
13	km. 03+350.00	km. 03+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
14	km. 03+600.00	km. 03+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
15	km. 03+850.00	km. 04+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
16	km. 04+100.00	km. 04+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
17	km. 04+350.00	km. 04+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
18	km. 04+600.00	km. 04+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
19	km. 04+850.00	km. 05+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
20	km. 05+100.00	km. 05+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
21	km. 05+350.00	km. 05+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
22	km. 05+600.00	km. 05+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	10	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
23	km. 05+850.00	km. 06+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	10	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741

24	km. 06+100.00	km. 06+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	10	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
25	km. 06+350.00	km. 06+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	10	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
26	km. 06+600.00	km. 06+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
27	km. 06+850.00	km. 07+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
28	km. 07+100.00	km. 07+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
29	km. 07+350.00	km. 07+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
30	km. 07+600.00	km. 07+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
31	km. 07+850.00	km. 08+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
			8.10													0.0815

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.4.Capacidad de Cunetas

Para calcular se empleará el principal a canales abiertos utilizando la ecuación de Manning.

$$Q = A * V = \frac{A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Dónde:

Q : caudal (m3/seg)

V : velocidad media (m/s)

A : área de la sección (m2)

P : Perímetro mojado (m)

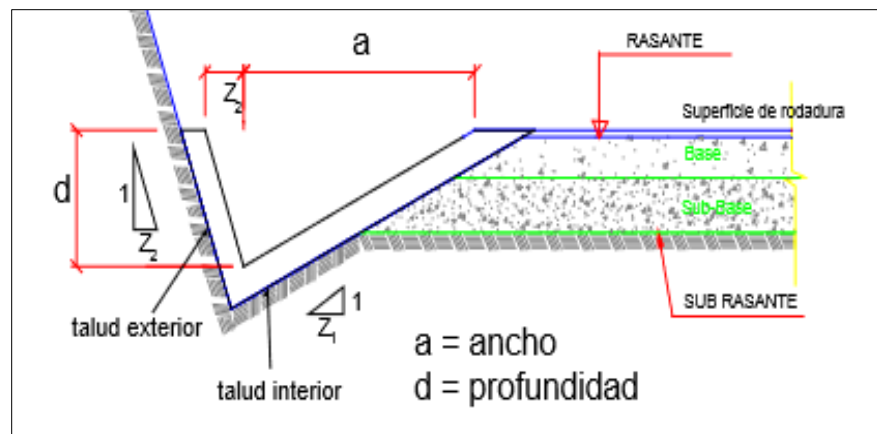
Rh : A/P radio hidráulico (m) (área de la sección entre el
perímetro mojado)

S : pendiente del fondo

N : coeficiente de rugosidad de manning

Con las medidas de la cuneta determinadas por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje (ver. cuadro 19), se halló la capacidad para la cuneta.

Figura 6. Sección geométrica de cuneta



Fuente: Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje

En el cuadro 18, tenemos la precipitación máxima de 1047.25mm (zona lluviosa), con lo cual en el cuadro 19 establecemos las longitudes mínimas de cunetas que están establecidas en la norma de hidrología, hidráulica y drenaje.

Una vez que tenemos el caudal de aporte crítico, se procede a ejecutar el cálculo de caudal de cuneta proyectada, considerando que el caudal que se proyecta tiene que el caudal ser mayor al aporte crítico adquirido (0.0708 m³/s)

A) Rugosidad

Cuadro 26. Valores de rugosidad manning “n” para conductos abiertos

N	SUPERFICIE
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico,
0.011	Concreto muy liso
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones

Fuente: “Diseño Hidraulico”, Edi. Mir, Moscu, 1978. Krochin Sviatoslav

B) Velocidad

Cuadro 27. Velocidades limites admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Hierba	1.20 - 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 - 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 - 4.50
concreto	4.50 - 6.00

Fuente: Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje

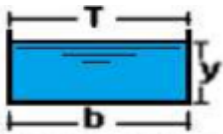
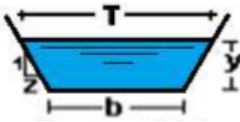
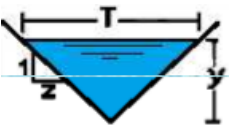
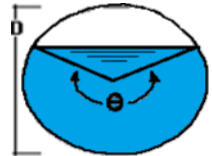
Cuadro 28. Velocidades limites admisibles en cunetas revestidas

TIPO DE REVESTIMIENTO	VELOCIDAD (M/S)
Hormigón	3.0 - 6.0
Ladrillo con Hormigón	2.5 - 3.5
Mampostería de piedra y hormigón	2

Fuente: Hcanales, Máximo Villón B

C) Relaciones geométricas

Cuadro 29. Secciones transversales

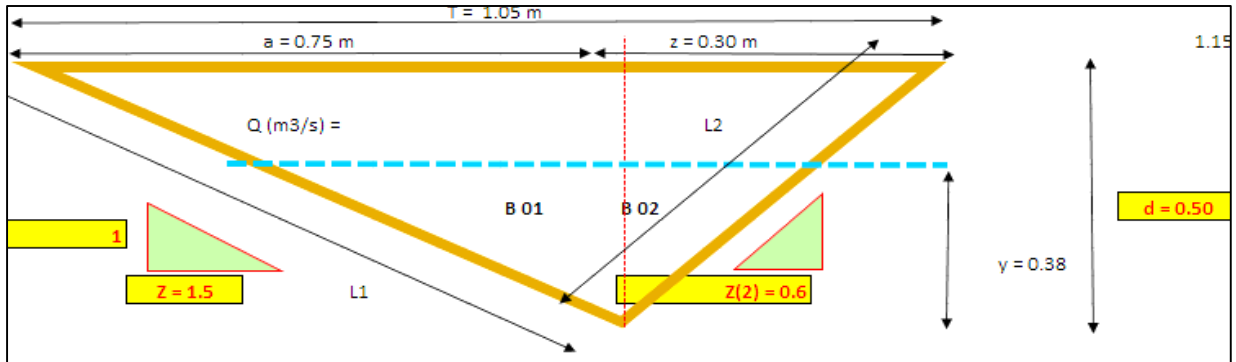
Sección	Área Hidráulica (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (R)	Espejo de agua (T)
	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b
	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$
	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$
	$\frac{(\theta - \sin[\theta]) D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$\frac{(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}) D}{4}$	$\left(\sin \left[\frac{\theta}{2} \right] D \right)$ $2\sqrt{y(D - y)}$

Fuente: Hcanales, Máximo Villón B

En la fig. 7, nos muestra las características y dimensiones de la cunetas, por lo tanto se utilizó un coeficiente de maninng de 0.013 ver (cuadro 26); los taludes son iguales a las secciones típicas (H:V) 1:1.5 y 1:1 exterior e interior respectivamente, se tiene

una pendiente de 10% y un borde libre de 12 cm

Figura 7. Sección de Cuneta



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 30. Cálculo de cuneta proyectada

FORMULAS		BLOQUE (1)	BLOQUE (2)	TOTAL
$AREA = \left(\frac{zy^2}{2}\right) m^2 =$		0.1055	0.0422	0.1477
$PERIMETRO = \sqrt{(ZY)^2 + Y^2} =$		0.676	0.437	1.1134

RELACIONES GEOMETRICAS									
SECCION	TIRANTE	PENDIENTE		AREA HIDRAULICA	PERIMETRO MOJADO	RADIO HIDRAULICO	ESPEJO DE AGUA	BORDE LIBRE	ALTURA
				A	P	R	T	B	H
TRIANGULAR	y	Z ₁	Z ₂	A	P	R	T	B	H
	0.38	1.50	0.60	0.148	1.113	0.133	0.450	0.1250	0.50

TIPO DE TERRENO		Ecua. De Manning		Máx. Calculado
RUGOSIDAD	PEND MIN TERRENO	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m3/s)	CAUDAL (m3/s)
n	s	V	Q	Q
0.013	0.019	5.72	0.407	0.0815

OK

$$L_2 = \sqrt{(Y^2 + a^2)}$$

$$L_1 = \sqrt{(Y^2 + X^2)}$$

$$\rightarrow 0.4802$$

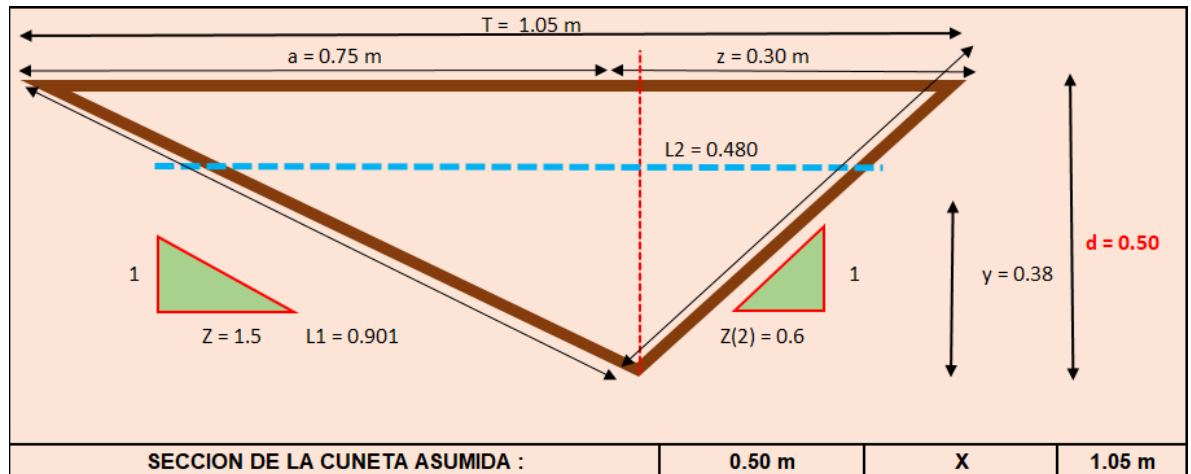
$$\rightarrow 0.9014$$

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Fuente: Elaboración Propia

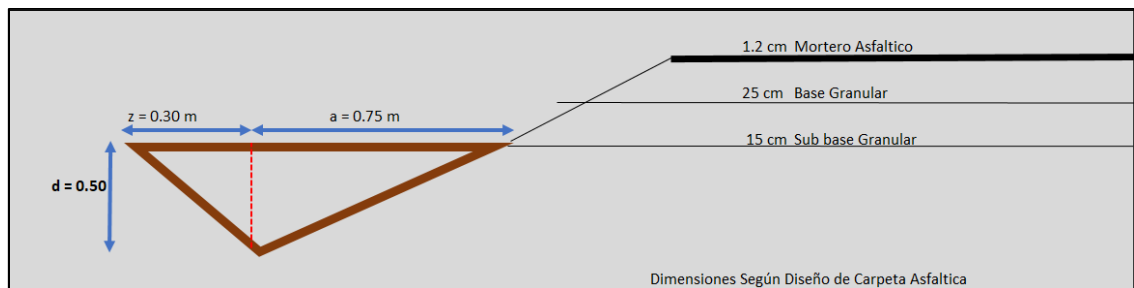
En el cuadro 30 nos indica los datos de capacidad de cuneta con un caudal de $0.407 \text{ m}^3/\text{s}$, y comparando con el caudal de aporte critico de $0.0815 \text{ m}^3/\text{s}$ el diseño para cuneta es correcto

Figura 8. Dimensiones de cunetas proyectada final



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9. Posición de la cuneta proyectada



Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.5. Diseño de Alcantarilla de Alivio

Las alcantarillas de alivio tienen el propósito de orientar las aguas del escurrimiento en cierto tramo de la cuneta.

En el tramo de la carretera se colocaron 19 alcantarillas de alivio, en los puntos donde exista solo corte o media ladera, por lo cual, se acumula el escurrimiento de agua y por ende se tiene que evacuarlos hacia una quebrada o río cercano.

Cuadro 31. Ubicación de aliviaderos

ALC NUM	KM
1.00	00+000
2.00	00+660
3.00	01+440
4.00	01+550
5.00	01+700
6.00	02+010
7.00	02+480
8.00	02+960
9.00	03+860
10.00	04+120
11.00	04+370
12.00	04+940
13.00	05+640
14.00	05+820
15.00	06+720
16.00	06+860
17.00	07+100
18.00	07+350
19.00	07+550

Fuente: Elaboración Propia

A. Sección y tipo de aliviaderos

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje; el aliviador de paso más usado es de sección circular, cuadrada y rectangular. Existen varios tipos de aliviaderos de material como acero o metal corrugado tipo MTC como también tubos de polietileno con bastante duración. Esta aspiración (proyecto) optará por las alcantarillas de acero corrugado prototipo sección circular.

B. Caudal de aporte

Para ello, se hizo lo mismos procedimientos que se utilizó para el cálculo de las cunetas. Como es detallado en el cuadro siguiente:

Cuadro 32. Cálculo de caudales de aporte para aliviaderos

N°	PRECIPITACIÓN			TALUD DE CORTE						DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q Total
	DESDE	HASTA	LG	ANCHO	ÁREA	C	P. de	Intensidad	Q 1	ANCHO	ÁREA	C2	P. de	Intensidad	Q2 (Calzada)	Q1 + Q2
				TRB	TRB		R	Máxima		TRB	TRB		R	Máxima		
				(km)	(Km2)			(mm/hora)		(km)	(Km2)			(mm/hora)	m3/seg	m3/seg
1	km. 00+000.00	km. 00+275.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
2	km. 00+275.00	km. 00+550.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
3	km. 00+550.00	km. 00+825.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
3	km. 00+825.00	km. 01+100.00	0.28	0.1	0.028	0.65	35	16.271	0.081	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0815
4	km. 01+100.00	km. 01+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
5	km. 01+350.00	km. 01+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
6	km. 01+600.00	km. 01+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
7	km. 01+850.00	km. 02+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
8	km. 02+100.00	km. 02+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
9	km. 02+350.00	km. 02+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
10	km. 02+600.00	km. 02+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
11	km. 02+850.00	km. 03+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
12	km. 03+100.00	km. 03+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
13	km. 03+350.00	km. 03+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
14	km. 03+600.00	km. 03+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
15	km. 03+850.00	km. 04+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
16	km. 04+100.00	km. 04+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
17	km. 04+350.00	km. 04+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
18	km. 04+600.00	km. 04+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
19	km. 04+850.00	km. 05+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
20	km. 05+100.00	km. 05+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
21	km. 05+350.00	km. 05+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
22	km. 05+600.00	km. 05+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
23	km. 05+850.00	km. 06+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741

24	km. 06+100.00	km. 06+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
25	km. 06+350.00	km. 06+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
26	km. 06+600.00	km. 06+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
27	km. 06+850.00	km. 07+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
28	km. 07+100.00	km. 07+350.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
29	km. 07+350.00	km. 07+600.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
30	km. 07+600.00	km. 07+850.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
31	km. 07+850.00	km. 08+100.00	0.25	0.1	0.025	0.65	35	16.271	0.073	0.003	0.0008	0.2	35	16.271	0.0007	0.0741
			8.10													0.0815

Fuente: Elaboración Propia

A. Cálculo hidráulico de aliviaderos

Para el diseño del aliviador se aplicó la fórmula de Manning, que desarrolla canales abiertos como tubos.

Así pues, para los datos hidráulicos en los aliviaderos, se utilizó el software HCanales, verificando el resultado hallado del caudal sea superior al caudal de aporte.

Para lo cual se aplicó la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Dónde:

Q : Caudal (m³/seg)

A : Área de la sección (m²)

Rh : A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

S : Pendiente del fondo (m/m/)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Figura 10. Programa para diseñar aliviaderos



Fuente: Software Hcanales

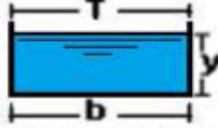
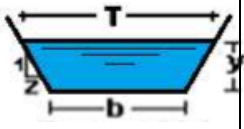
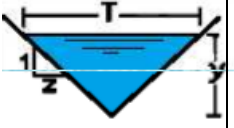
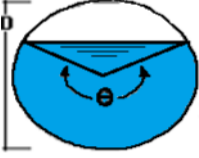
En el siguiente cuadro nos da a conocer los valores de rugosidad de Manning para los aliviaderos de conductos cerrados, la cual para este proyecto se manejó bajo coeficiente de rugosidad con valor 0.024, indicado en tubos metálicos corrugadas, que es para aguas de lluvias.

Cuadro 33. Valores de rugosidad (manning) para conductos cerrados

TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE	A.1. METÁLICOS	a) Bronce Pulido	0.009	0.010	0.013
		b) Acero			
		Soldado	0.010	0.012	0.014
		Con remaches	0.013	0.016	0.017
		c) Metal corrugado			
		Sub – dren	0.017	0.019	0.021
		Aguas de lluvia	0.021	0.024	0.030

Fuente: Hcanales, Máximo Villón B

Cuadro 34. Secciones transversales

Sección	Área Hidráulica (A)	Perímetro Mojado (P)	Radio Hidráulico (R)	Espejo de agua (T)
	by	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b
	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$
	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$
	$\frac{(\theta - \sin[\theta]) D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$\frac{(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}) D}{4}$	$\left(\sin \left[\frac{\theta}{2}\right] D\right)$ $2\sqrt{y(D - y)}$

Fuente: Hcanales, Máximo Villón B

Figura 11. Modelación según el software HCANALES

Datos:

Tirante (y) : m

Diámetro (d) : m

Rugosidad (n) : m/m

Pendiente (S) : m/m

Resultados:

Caudal (Q) : m³/s

Velocidad (v) : m/s

Área hidráulica (A) : m²

Perímetro mojado (p) : m

Radio hidráulico (R) : m

Espejo de agua (T) : m

Número de Froude (F) :

Energía específica (E) : m-Kg/Kg

Tipo de flujo : **Supercrítico**

Diagrama: Circular cross-section with diameter d, water depth y, and top width T.

Botones: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Footer: Ingresar el tipo de material del canal | 13:25 | 08/07/2017

Fuente: Software Hcanales

Cuadro 35. cálculos del caudal de aliviaderos (TMC 24")

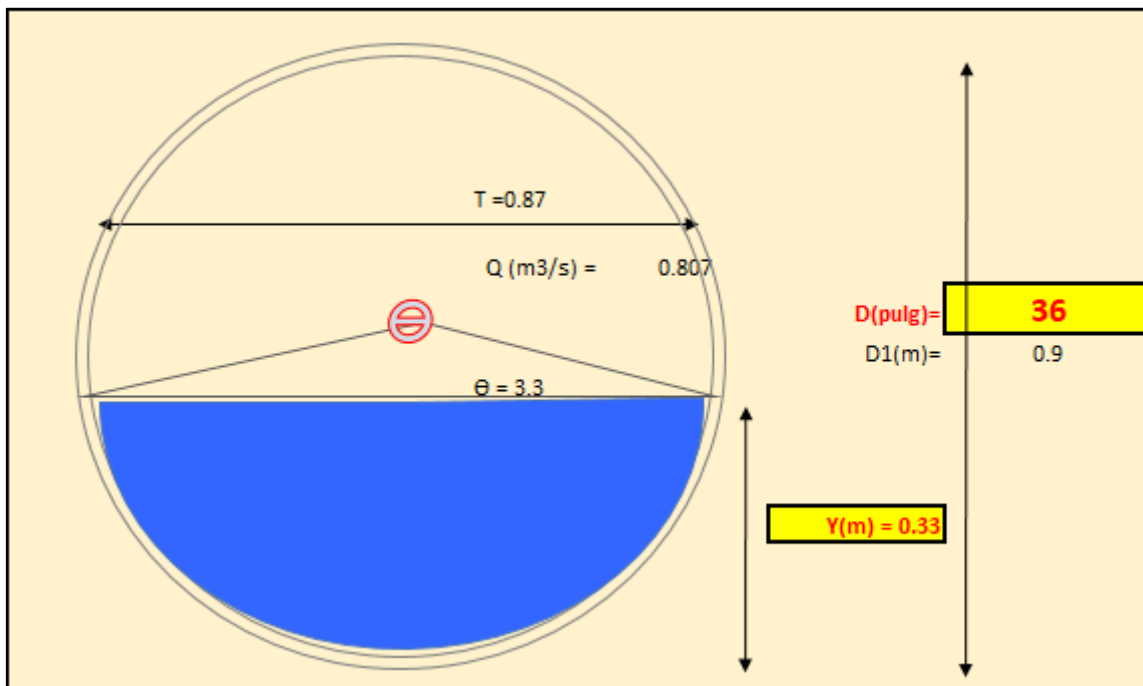
ALCANTARILLAS DE ALIVIO								
RELACIONES GEOMÉTRICAS								
SECCIÓN	MAX CAUDAL	TIRANTE	ANGULO RAD.	ÁREA HIDRAULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRAULICO	ESPEJO DE AGUA	ALTURA
CIRCULAR		y^*	θ	A	P	R	T	D^*
TRAMO 01	0.082	0.330	3.333	0.357	1.500	0.238	0.867	0.90

TIPO DE TERRENO		Ecua. De Maning	Máx. Calculado
RUGOSIDAD	PENDIENTE TERRENO	CAUDAL (m ³ /s)	CAUDAL (m ³ /s)
n	s	Q	Q
0.024	0.020	0.81	0.0815

OK

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Dimensiones de Aliviadero



Fuente: Elaboración Propia

3.3.4. Resumen de Obras Civiles (Arte)

Cuadro 36. Resumen de las obras civiles

DESCRIPCIÓN	CUNETAS	ALCANTARILLAS DE ALIVIO
Tipo	Triangulares Abiertas	Circulares Cerradas
Dimensiones	0.50m x 1.05m	36 pulgadas
Caudal		
Mínimo	0.0815 m ³ /s	0.0815 m ³ /s
Máximo	0.407m ³ /s	0.81 m ³ /s
Cantidad	8.280 km	19 und

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Diseño Geométrico de la Carretera

3.4.1. Generalidades

El proyecto “Diseño de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal y provincia de Trujillo, departamento La Libertad”, se realizó considerando las normas vigentes actualizadas brindadas por el MTC dando así un objetivo estipulando una vía mejorada.

Para clasificación vial según la norma de diseño geométrico DG – 2018 menciona cada clasificación donde se basa en la orografía y demanda, por lo tanto, de acuerdo a la orografía define a la carretera de menor volumen vehicular.

La superficie de rodadura será comprendida por un mortero asfáltico teniendo en cuenta la evaluación algunos parámetros como: estudios de demanda, velocidad de diseño, las secciones transversales y la calzada, todos estos parámetros son necesarios para tener un resultado adecuado para el diseño de la carretera.

3.4.2. Normatividad

Todos los parámetros o criterios mínimos que debemos considerar nos brinda el Manual de carreteras DG – 2018 habilitado por el MTC.

3.4.3. Clasificación de la Carretera

Basándose en el Manual de carreteras DG – 2018 nos menciona a carreteras clasificadas tomando como cuenta la demanda y orografía

3.4.3.1. Clasificación según su Orografía

Según el manual de carreteras del diseño geométrico (DG – 2018), p. 14, indica que un terreno es abrupto tipo 3, cuando tiene pendiente longitudinal que oscilan desde 6% hasta 8%, por ende, se estableció que el terreno en estudio es Terreno Accidental (Tipo 3).

3.4.3.2. Clasificación por Demanda

Según el manual de carreteras del diseño geométrico (DG – 2018), p. 13. nos dice, una carretera es Tercera Clase cuando su índice medio

diario anual (IMDA) es menor de 400 veh/día, es decir, que la carretera estudiando es de Tercera Clase.

3.4.4. Estudio de Trafico

3.4.4.1. Generalidades

Se puede realizar considerando el Índice Medio Diario Anual (IMDA), significando al total promedio de carros por día, es decir, la transitabilidad de cierto tramo, en este caso está comprendido por el tramo Collambay – caserío Altamisa, proyectándose en un periodo de 10 años.

3.4.4.2. Conteo y Clasificación Vehicular

El conteo vehicular se efectuó por registro y fichas en campo durante un periodo de 7 días desde 6/10/19 hasta el 12/10/19. Identificando a los distintos vehículos que pasan por el tramo en estudio.

Cuadro 37. Ubicación del punto de estación

Tramo De La Carretera	Diseño de la carretera: tramo Collambay – caserío Altamisa, distrito de Simbal y provincia de Trujillo, departamento La Libertad	
Sentido:	E ←	→ S
Ubicación:	Collambay	
Estacion:	E1	

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.3. Metodología

Todos los vehículos que transitaban por la carretera quedaron registrados en la libreta de campo para luego proceder a clasificarlos según el vehículo (tipo).

Los fundamentos conseguidos en campo, se comenzó a realizar cálculos obteniendo los siguientes resultados

- Volumen de tráfico
- IDMA
- Valor proyectado durante una vida útil

- Factor de crecimiento acumulado. (Fca)
- Factores direccionales (Fd) y carril (Fc)
- Factor vehículo pesado (Fvp)
- Factor de ajuste por presión de neumáticos
- Ejes equivalentes

3.4.4.4. Procesamiento de información

La información que se recopiló mediante libretas de campo con el debido orden y clasificación serán sometidos a Microsoft Excel para obtener nuestro volumen vehicular

3.4.4.5. Determinación del Índice Medio Diario (IMD)

Están establecidos en el MC DG 2018 del ministerio de transporte y telecomunicaciones, representando el promedio aritmético del total del tráfico vehicular por día del tramo de la carretera, se estima en un periodo anual.

Para proceder al cálculo del IMDA se emplea la formula siguiente:

$$IMD_a = IMD_s \times FC$$

$$IMD_s = ([\sum V_i]) / 7$$

Dónde:

IMDa = índice medio anual

IDMs = índice medio semanal de la muestra

Vi = volumen vehicular diario

FC m = factor de corrección estacional

3.4.4.6. Determinación del factor de corrección

Provias nacional indica que depende al mes, pero también su estación de año obteniendo testimonio a principales parada de peaje. En el proyecto tenemos una estación (parada) muy cerca situada en el distrito de Viru obteniendo una data mas utilizada por año 2010.

- F.C.E Vehículos Ligeros: 1.0929
- F.C.E Vehículos Pesados: 0.90623

Unidades Peaje PVN_OGPP (Año 2000 – 2010)

Cuadro 38. Índice Medio diario utilizando los factores de corrección

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	SEMANA			
Automóvil	2	0	2	0	0	3	0	7	1	1.093	1
Camioneta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.093	0
C.R.	4	4	5	4	4	6	2	29	4	1.093	5
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.093	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.093	0
Camión 2E	3	3	3	3	4	4	3	23	3	0.906	3
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.093	0
TOTAL	9	7	10	7	8	13	3	59	8		9

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.7. Resultados del Conteo Vehicular

Realizando el conteo, analizaron los vehículos según el tipo y sentido.

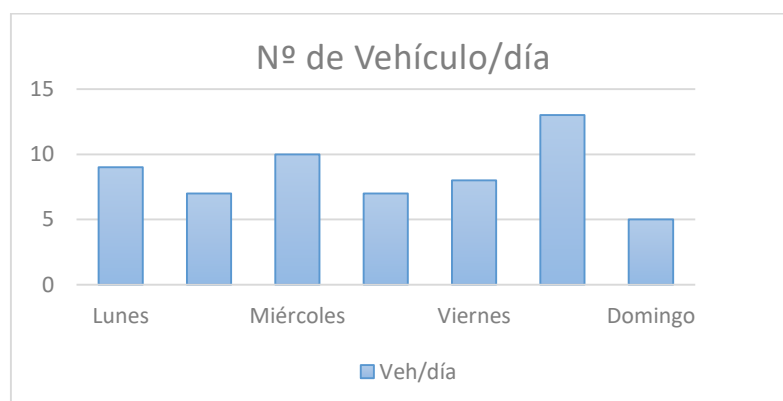
En el cuadro 39 se muestra.

Cuadro 39. Cantidad de vehículos por día

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	2	0	2	0	0	3	0
Camioneta							
C.R.	4	4	5	4	4	6	2
Micro							
Bus Grande							
Camión 2E	3	3	3	3	4	4	3
Camión 3E							
TOTAL	9	7	10	7	8	13	3

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Representación del volumen de transito



Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.8. IMD por estación

La EI representa en inicio del tramo en estudio, con la cual se produjo un flujo de vehículos livianos y pesados.

3.4.4.9. Proyección de Trafico

Por lo general es de 10 años y tiene que ser expresado en el IMD.

Para realizar estas proyecciones, tomó como mención al actual base de tráfico, con la finalidad al no afectarlo con la tasa de crecimiento de $r=3\%$ (vehículos con pasajeros) y $r=2\%$ (vehículos de carga), así pues, se obtendrá el dígito de eje equivalente (EAL)

Así pues, determinar el transito proyectado al año, se utilizó la formula siguiente:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n : Transito planificado por año expresado (veh/día)

T_0 : Transito actual en veh/día (año base)

n : Año futuro por proyección

r : Tasa por crecimiento

3.4.4.10. Tráfico Generado

El cuadro 40 nos muestra la proyección de tráfico creado a 10 años.

Cuadro 40. Proyección de tráfico en 10 años

Tipo de Vehículo	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Tráfico Normal	9	9	9	9	9	10	10	10	10	11	12
Automóvil	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camioneta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.R.	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.11. Tráfico Total

Cuadro 41. Tráfico normal y tráfico generado (proyección 10 años)

Tipo de Vehículo	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
TRÁFICO NORMAL											
SUB TOTAL	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	12.00
Automovil	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camioneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.R.	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TRÁFICO GENERADO											
SUB TOTAL	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Automovil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camioneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.R.	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	11.00	11.00	11.00	12.00	13.00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 42. Tráfico total – proyección 10 años

E. DE CONTEO	IMD AL (2019)	IMD PROY. (2029)
E1 - KM 00+000.00	9.00	13.00

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.12. Cálculos de los Ejes Equivalentes

Para desarrollar este punto, previamente tenemos que calcular la cifra acumulados de repeticiones de su carga (ESAL), empleando la formula siguiente:

$$ESAL = 365 \times IMD \times \left(\frac{(1 + Rt)^n}{n} \right) \times EE$$

Dónde:

IMD : Índice medio diario corregido

Rt : Tasa de crecimiento anual expresada (%)

n : Periodo de análisis - Años

EE : según el tipo de vehículo Ejes equivalentes

Cuadro 43. Cálculo de ejes equivalentes

Parámetros para el cálculo del Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes								
TIPO VEH.	EE dia carril					Fca	N° días al año	EE 8.2 TN
	IMDpi	Fd	Fc	Fvp	Fp			
AUTOMÓVIL	1	0.5	1	0.004	1	11.46	365	8
C.R	5	0.5	1	0.004	1	11.46	365	33
CAMIÓN	3	0.5	1	3.48	1	11.46	365	21817
TOTAL	9						EE	21866

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

IMDpi: Tráfico total

Fd : Factor direccional. (manual de suelos y pavimentos, observar en cuadro 6.1.

Fc : Factor carril. (ver cuadro 6.1)

Fvp : Factor vehículo pesado.

Fp : Factor ajuste por presión a neumáticos. (PCN = 80), (manual de suelos y pavimentos, ver cuadro 6.13)


Fca : Factor de crecimiento acumulado (10 años de diseño y 3% de tasa anual de crecimiento, (ver cuadro 6.2)

EE 8.2 TN = IMDpi * Fd * Fc * Fvp * Fp * Fca * N (días del año)

3.4.4.13. Clasificación de Vehículos

Realizado el estudio socio económico y sus características geométricas, surge un vehículo predominante que llamaremos C2 (vehículo de diseño).

Cuadro 44. Determinación del vehículo de diseño

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos					Long. Máxima(m)	TOTAL FACTOR CAMIÓN TIPO :
C2						12.3	
Eje Equivalente CUADRO 6.3	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$		$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$				
EJES	E1	E2	E3	E4	E5		
Carga según Censo (Tn.)	7	10	0	0	0		
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple					
Tipo de rueda	Rueda Simple	Rueda Doble					
Peso	7	10	0	0	0		C2
Factor E.E.	1.27	2.21	0.00	0.00	0.00		3.48

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos

3.4.5. Parámetros de Diseño en Zona Rural

3.4.5.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Se desarrolló para IMDA es decir cada vehículo, utilizando la formula siguiente: $T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$

Donde:

Tn : transito proyectado

To : transito actual

n : proyección futura

r : tasa de crecimiento anual

3.4.5.2. Velocidad de Diseño

Tenemos en cuenta que la velocidad de diseño nos dará a conocer sus peculiaridades geométricas de cada elemento del trazo, pocas palabras será la velocidad de diseño que se elegirá en todo el tramo de estudio y será la que la adecuada tomando en cuenta el buen funcionamiento

y la seguridad de la vía

La velocidad de diseño escogida es de 30 km/h de acuerdo a el manual de carreteras del diseño geométrico (DG – 2018), p. 100 relacionando al tipo de vía y su orografía, en seguida, en el cuadro 45 nos brinda valores que se debe determinar.

Cuadro 45. Velocidad de diseño según su clasificación

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS	Orografía	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
CARRETERA SEGUNDA CLASE (IMDA = 2.000 y 400 veh/día) *Una calzada con 2 carriles de 3,30 m min	Plano (Tipo 1)											
	Ondulado (Tipo 2)											
	Accidentado (Tipo 3)											
	Escarpado (Tipo 4)											
CARRETERA TERCERA CLASE (IMDA = menores a 400 veh/día) *Una calzada con 2 carriles de 3,00 m min *Medida excepcional 2,50 m min	Plano (Tipo 1)											
	Ondulado (Tipo 2)											
	Accidentado (Tipo 3)											
	Escarpado (Tipo 4)											

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

3.4.5.3. Radios Mínimos

Según “Manual de Carreteras: DG-2018” se le denomina a la curva horizontal al valor mínimo de radio donde recorre a una velocidad diseñada y determinada pero también a máximo peralte es decir su tasa.

Se utilizó la siguiente expresión

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(P_{max} + f_{max})}$$

Rmin : Radio mínimo

V : Velocidad de diseño

Cuadro 46. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%) (peralte máximo)	f máx. (Coeficiente de fricción máx.)	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
ÁREA RURAL (A ACCIDENTADA O ESCARPADA)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105.0	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255

Fuente Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

En este proyecto, la fricción máx. es de 0.17 relacionándolo con la velocidad de diseño, nos resulta un peralte 12% y un radio mín. de 25 m.

3.4.5.4. Anchos Mínimos de Calzada de Tangente

El parámetro basándose en el ancho de calzada en tangente tiene en cuenta el tipo de carretera, su velocidad como categoría de la misma vía

Cuadro 47. Ancho mínimo de calzada de tangente

DEMANDA	CARRETERA				CARRETERA				CARRETERA			
VEHÍCULOS/DÍA	4000 -2001				2000 - 400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TIPO DE OROGRAFÍA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:												
30 Km/H											6.00	6.00
40 Km/H								6.60	6.60	6.60	6.00	
50 Km/H			7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
60 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 Km/H	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 Km/H	7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 Km/H	7.20				7.20							
110 Km/H												
120 Km/H												
130 Km/H												

Fuente Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

3.4.5.5. Distancia de Visibilidad de Parada

Llamado a una distancia mínima que tiene el móvil en movimiento para detenerse a la velocidad de diseño en marcha. Para este diseño se tomó en cuenta esta distancia y también la distancia de adelantamiento. Se calculó utilizando la formula siguiente

$$\triangleright Dp = \frac{VT_p}{3.6} + \frac{V^2}{254 (f \pm i)}$$

Donde:

Dp: longitud de parada

V: velocidad de diseño

Tp: tiempo de percepción + reacción

F: coeficiente de fricción (pavimento húmedo).

I: pendiente longitudinal

+i: subidas en relación al sentido de transporte

-i: bajadas en relación al sentido de transporte

Cuadro 48. Longitud de visibilidad de parada

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o Bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	151	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Fuente: DG – 2018 (tabla 205.01)

En pendiente nula y baja La medida de la visibilidad de parada es 35 m en caso de la pendiente en subida es de 29 m, teniendo en cuenta la pendiente relativa mayor de 10%

La distancia mínima que tiene un móvil en marcha en adelantar o pasar a otro móvil se le denomina Longitud visible para paso o delantera teniendo

velocidad mínima.

Cuadro 49. Longitud mínima de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles.

VELOCIDAD ESPECIFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE EFECTÚA LA MANIOBRA (KM/H)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (KM/H)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (KM/H)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO DA (M)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: DG – 2018. (tabla 205.03)

Teniendo en cuenta lo hallado en la tabla, es decir, 30km/h nos da a conocer que tenemos una distancia visible de delantera de 200 m.

3.4.6. Diseño Geométrico en Planta

3.4.6.1. Generalidades

Según lo del “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico – DG-2018” nos dice que “está formado por lineamientos rectos, curvas circulares como curvatura variable, permitiendo alternativa suave es decir cuando pasan los lineamientos rectos a las curvas circulares o viceversa, asimismo unirse dos curvas circulares de curvatura diferente.”

Según Manual de carreteras DG- 2018, nos da a conocer unos ciertos valores mediante una tabla de deflexión máxima, y esto no debe exceder en las curvas horizontales.

Cuadro 50. Valores de deflexión máxima

Velocidad de diseño km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

Fuente: DG – 2018

No se tomará en cuenta las curvas horizontales que sobrepase la deflexión de 2°30

3.4.6.2. Tramos en Tangente

Son distancias máximas y mínimas válidas que se desea tomar en los tramos de tangente las cuales se basan en la velocidad de diseño como se nota en el cuadro 51.

Cuadro 51. Distancias de tramos en tangentes

V (km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169

Fuente: DG – 2018. (tabla 302.01)

Dónde:

$L_{min.s}$: longitud mínima para trazados en S

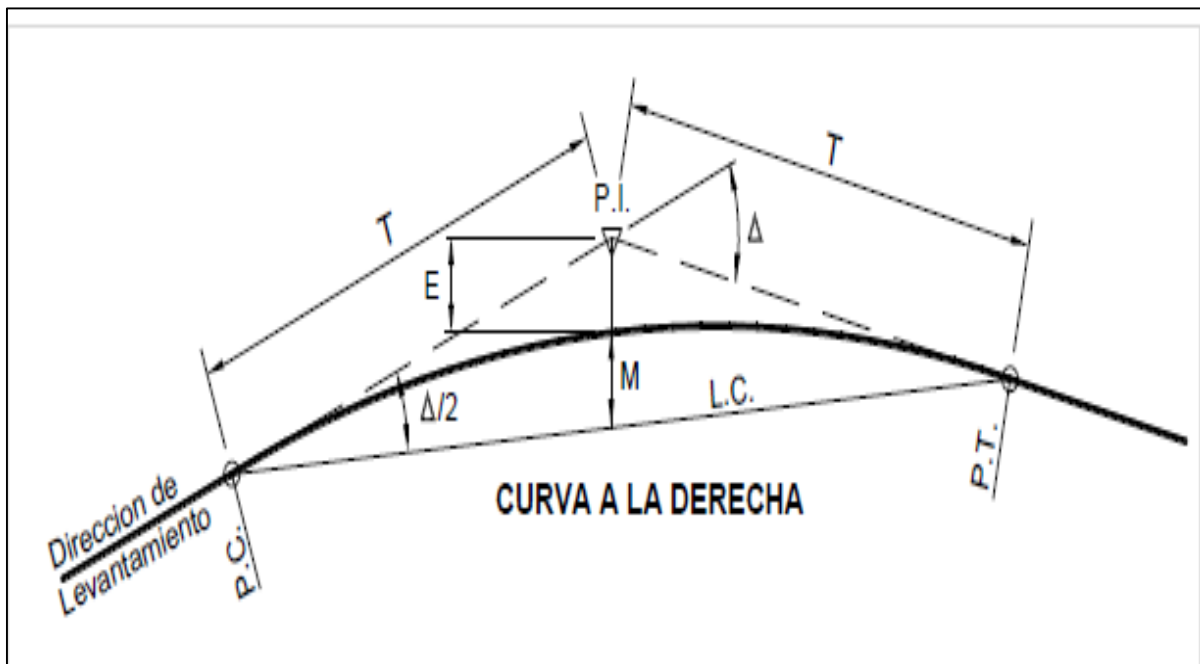
$L_{min.o}$: longitud mínima para el resto de casos

L_{max} : longitud máxima desable : Velocidad de diseño

3.4.6.3. Curvas Circulares

Con lo establecido por la norma DG- 2018 nos menciona que las curvas circulares son radios unidas por tangentes a diferencia de las compuestas que están comprendido entre uno o más radios.

Figura 14. Simbología de la curva Circular



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

Dónde:

P.C. = Punto de Inicial de la Curva

P.I. = Punto de cruce (Intersección)

P.T. = Punto de línea Tangencia

E = Trayecto Exterior(m.)

M = Trayecto de la Ordenada Media

R = Distancia de Radio de la Curva

T = Distancia de Subtangente (P.C. a P.I. a P.T) (m.)

L = Longitud de la Curva (m.)

L.C.= Longitud de la Cuerda (m.)

Δ = Angulo de Deflexión

Cuadro 52. Formulas - Elementos de curva

ELEMENTO DE CURVA	SÍMBOLO	FÓRMULA
Tangente	T	$T = R * \text{Tang}(\Delta/2)$
Longitud de Curva	L	$L = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$
Cuerda	C	$C = 2R * \text{Sen}(\Delta/2)$
Externa	E	$E = R * \left[\text{Sec}\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right]$
Flecha	M	$F = R * [1 - \text{Cos}(\Delta/2)]$

Fuente Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

3.4.6.4. Curvas de Transición

Esta transición que viene hacer el peralte llamado inclinación vertical en curvas y tiene como objetivo evitar y contrarrestar la fuerza que producen los vehículos, con lo cual, los recorridos de los vehículos puedan ser seguros y cómodos.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el peralte máximo:

$$iP_{\text{máx}} = 1.8 - 0.01V$$

Donde:

$iP_{\text{máx}}$: inclinación máxima de peralte con respecto a su eje de dicha vía de cualquier borde a la calzada

V : velocidad de diseño

Cuadro 53. Radios que permiten prescindir la curva de transición

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95

Fuente: DG – 2018 (tabla 302.13)

La distancia de transito al peralte tiene una longitud mínima, para lo cual se utilizó la formula siguiente:

$$L_{\min} = \frac{P_f - P_i}{i_{p_{\max}}} * B$$

Dónde:

L_{\min} : Distancia (longitud) a la transición mínima de peralte

P_f : peralte final (%)

P_i : distancia de borde de calzada al eje de giro del peralte

Podemos observar en el cuadro 54 la distancia mínima de bombeo y peralte para carreteras de tercera clase, según la DG – 2018.

Cuadro 54. Distancia mínima para bombeo y peralte

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	VALOR DEL PERALTE						LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN DE BOMBEO (M) – BASADA EN 2% DE BOMBEO
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN DE PERALTE (M) – BASADA EN LA ROTACIÓN DE UN CARRIL						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14

Fuente: DG – 2018 (tabla 302.13)

3.4.6.5. Curvas de Vuelta

Están proyectadas por encima de las laderas a las montañas, usandose para alcanzar cotas altas, pero sin sobrepasar las pendientes máximas exigidas, estas mayormente se utilizan para terrenos accidentados.

3.4.7. Diseño Geométrico en Perfil

3.4.7.1. Generalidades

También llamado alineamiento vertical, constituido por varias tangentes conectadas entre sí con curvas verticales parabólicas. Mediante el progreso de kilometraje se definirá las pendientes es decir

sus sentido de tanto para positivos o negativos como también si se va a disminuir o aumentar las cotas.

3.4.7.2. Pendientes

- P. Máxima

Los parámetros que nos indica la norma DG-2018 en la tabla 303.01 tomando en cuenta el tipo de carretera nos indica que para una carretera de tercera clase tendrá una pendiente máxima de 10%.

- P. Mínima

Se toma en cuenta cuando el flujo de agua sea en toda la calzada por lo tanto es recomendable tener como 0.5% de pendiente mínima

Cuadro 55. Pendientes máximas

DEMANDA	CARRETERA				CARRETERA			
VEHÍCULOS/DÍA	2000 - 400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TIPO DE OROGRAFÍA	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:								
30 Km/H							10	10
40 Km/H				9	8	9	10	
50 Km/H			8	9	8	8	8	
60 Km/H	6	7	8	9	8	8		
70 Km/H	6	6	7		7	7		
80 Km/H	6	6			7	7		

Fuente: DG – 2018 (tabla 303.01)

3.4.7.3. Curvas Verticales

Consecutivamente el tramo tendrá una rasante que estarán enlazados con curvas verticales parabólicas, está definida como un parámetro K a las curvas verticales que relacionan su longitud con el valor absoluto por diferencias a sus pendientes

$$k = \frac{L}{A}$$

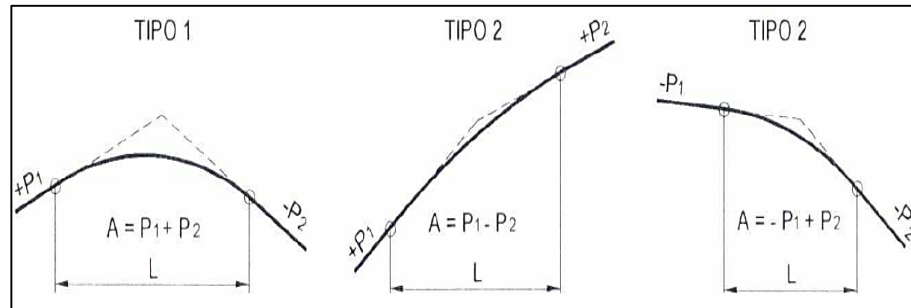
Dónde:

L = Longitud de la curva vertical

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

Se puede definir las curvas de acuerdo a la forma ya sea cóncava o convexa y en proporción pueden ser simétricas o asimétricas

Figura 15. Tipos de curvas convexas



Fuente: DG – 2018

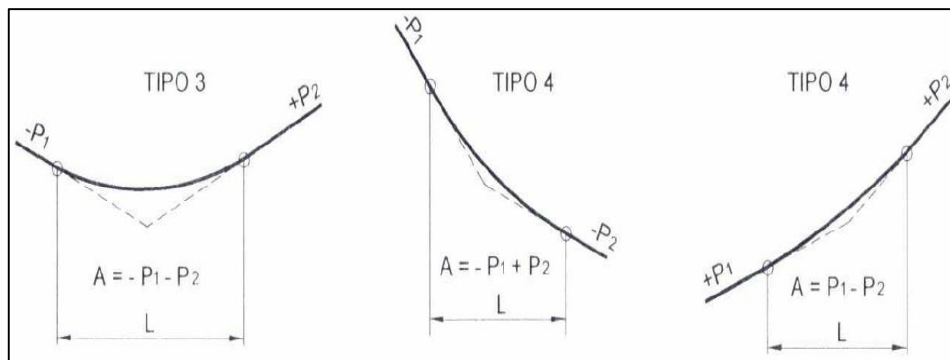
En el cuadro a continuación se podrá observar la longitud de curvas determinando con un índice K, claro está a su V/d.

Cuadro 56. Valor de índice K para curvas convexas

Velocidad De Diseño (Km/h)	Longitud Controlada Por Visibilidad De Parada		Longitud Controlada Por Visibilidad De Paso	
	Distancia De Visibilidad De Parada (m)	Índice De Curvatura K	Distancia De Visibilidad De Paso (m)	Índice De Curvatura K
30	35	1.9	200	46

Fuente: DG – 2018 (tabla 303.02)

Figura 16. Tipos de curvas cóncavas



Fuente: DG – 2018

Cuadro 57. Valore del índice K para curvas cóncavas

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	TRAYECTO VISIBLE DE PARADA (m)	ÍNDICE DE CURVATURA K
30	35	6

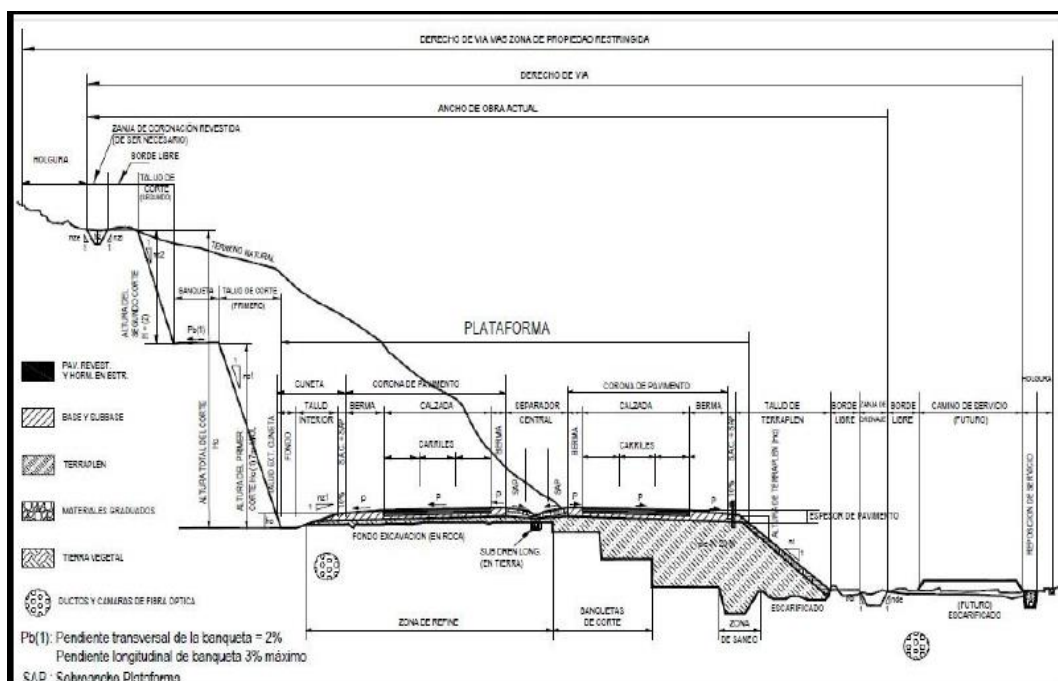
Fuente: DG – 2018 (tabla 303.03)

3.4.8. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

3.4.8.1. Generalidades

Según la norma DG-2018” menciona que, “consiste en describir cada elemento por la vía o carretera plasmado por plano de corte vertical estándar alineado horizontalmente, lo que permite precisar la soltura y dimensión de ya mencionados elementos, es decir, en el punto conveniente por sección como a relacionarse con el terreno natural”.

Figura 17. Sección transversal de autopista en tangente

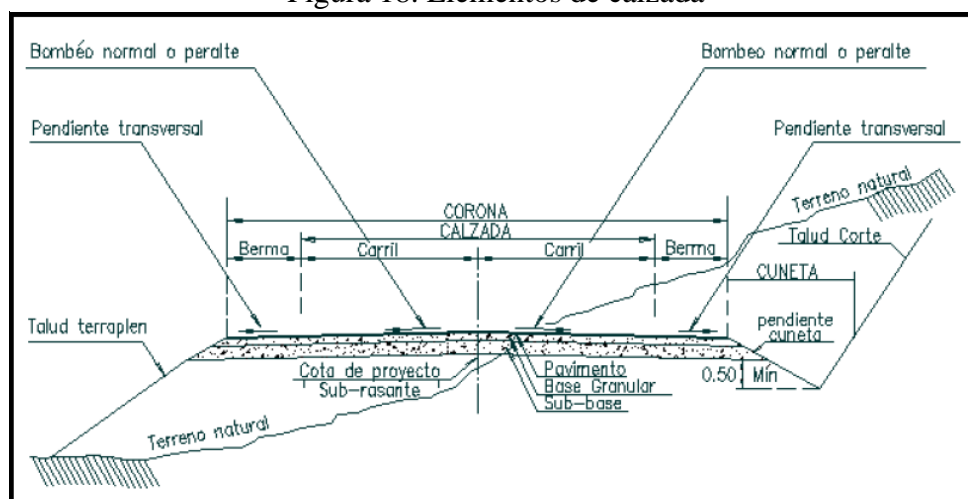


Fuente: DG – 2018

3.4.8.2. Calzada

Se considera parte de la vía cuya función será habilitar el paso de vehículos y está conformado por carriles en este caso se considera para carreteras de calzado únicamente habrá dos por cada calzada.

Figura 18. Elementos de calzada



Fuente: DG – 2018

Para este diseño de la carretera Collambay – caserío Altamisa, creamos un ancho de vía de 6 m es decir con una sola calzada para por carriles.

Cuadro 58. Ancho de Calzada Mínima

DEMANDA	CARRETERA				CARRETERA				CARRETERA			
VEHÍCULOS/DÍA	4000 -2001				2000 - 400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TIPO DE OROGRAFÍA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:												
30 Km/H										6.60	6.00	6.00
40 Km/H								6.60	6.60	6.60	6.00	
50 Km/H			7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
60 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 Km/H	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 Km/H	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 Km/H	7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		

Fuente: DG – 2018 (tabla 304.01)

3.4.8.3. Bermas

Se le considera como una banda longitudinal, paralela a su calzada que va en la carretera, dando finalidad servir con confinamiento para capa de rodadura, brindando una zona confort a los automóviles estacionados para cualquier emergencia.

Para este caso del proyecto se establece bermas en los dos sitios de calzada teniendo un ancho de 0.5m. tendrán un desnivel (pendiente) de

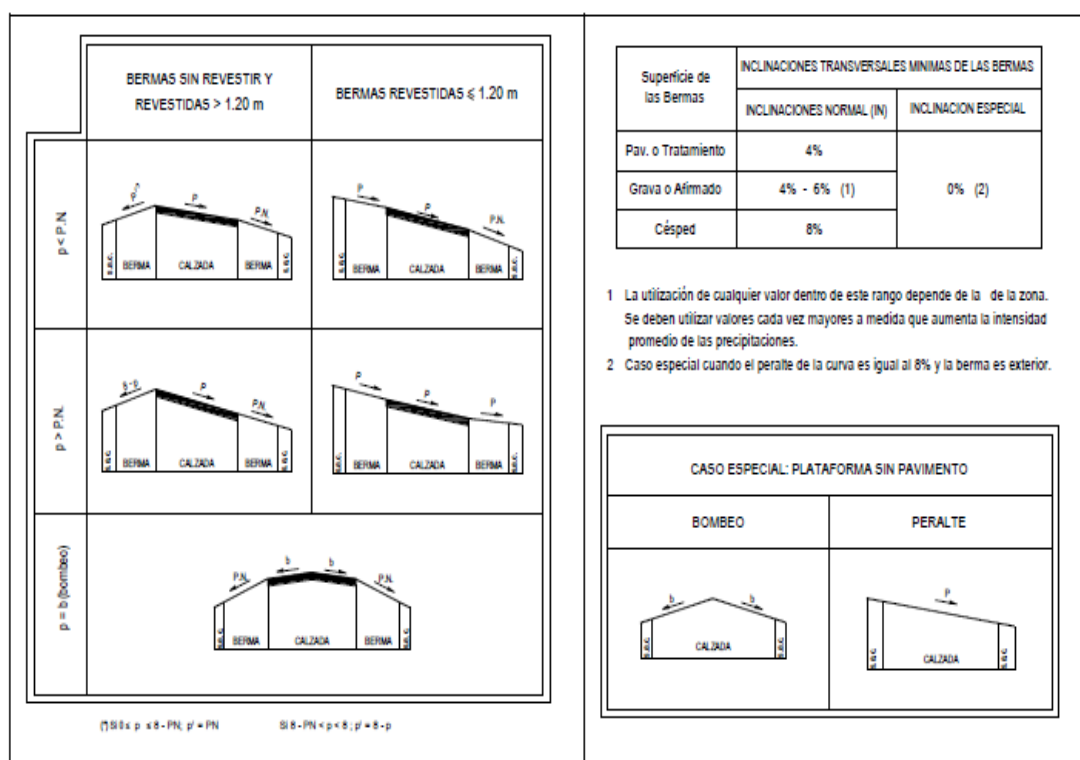
4% por el externo del tablado (plataforma) y en curvas.

Cuadro 59. Inclinación mínima de la berma

Tipo de Superficie	INCLINACIONES TRANSVERSALES MÍNIMAS DE LAS BERMAS	
	INCLINACIÓN NORMAL (IN)	INCLINACIÓN ESPECIAL
Pav. O Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4 % - 6 %	
Césped	8%	

Fuente: DG – 2018

Figura 19. Inclinación Transversal de la Berma



Fuente: DG – 2018

3.4.8.4. Bombeo

Es la rampa mínima transversal de la calzada, teniendo un enlace con el nivel de superficie de rodadura y ayuda a evacuar las aguas superficiales. En este proyecto tenemos una capa de rodadura superficial (mortero asfáltico) con un valor de bombeo de 2.5%.

Cuadro 60. Valores de bombeo en la calzada

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < a 500 mm/año	Precipitación > a 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.00	2.50
Tratamiento Superficial	2.50	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,5-4,0

Fuente: DG – 2018 (tabla 304.03)

3.4.8.5. Peralte

Las curvas horizontales deben de tener un peralte cuya representación es una inclinación consignada a neutralizar la potencia del vehículo. Determinando su valor basándose al tipo de pueblo o ciudad, es así, que el proyecto localizado está en zona rural tomando como valor 8%.

Cuadro 61. Valores de peralte máximo

Pueblo o Ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, Ondulada o Accidentado)	8.0%	6.0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0%	8.0%
Zona rural con peligro de hielo	8.0%	6.0%

Fuente: DG – 2018 (tabla 304.03)

3.4.8.6. Taludes

Según las DG – 2018 nos indica que es el atravesamiento de diseño ofrecida al terreno lindante de la vía, tanto en zonas donde haya corte además en terraplenes. El atravesamiento viene hacer la tangente de ángulo hecho en el plano de superficie de terreno además la línea precaria horizontal.

Cuadro 62. Valores para taludes de corte

Clasificación de materia prima de corte		Piedra Fija	Piedra Suelta	Material		
				Piedra Chancada	Limoso arcilloso	Fino
					o arcilla	
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

* Requerimiento de banquetas y estudio de estabilidad.

Fuente: DG – 2018 (tabla 304.10)

Cuadro 63. Valores para taludes de relleno (terraplenes) (relación V:H)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Fino	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: DG – 2018 (tabla 304.10)

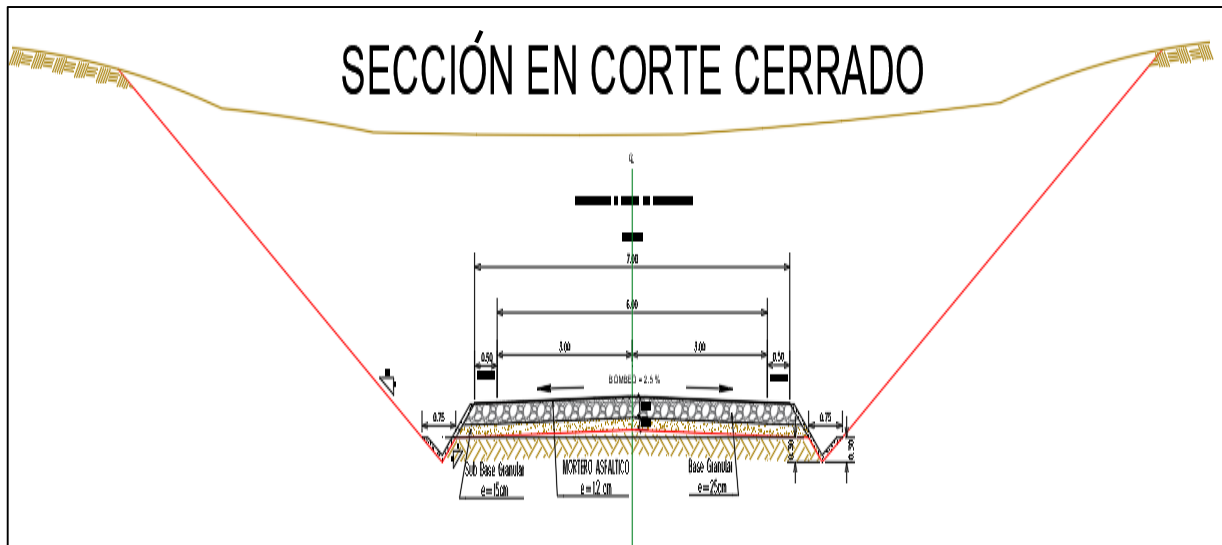
3.4.8.7. Cunetas

Son conductores fundados específicamente en la carretera cuya función es evacuar las aguas que se producen por el escurrimiento de las aguas de la plataforma como de la toda la superficie, su geometría se basará en la adaptación a la transversal de la vía y sobre todo dependerá en su seguridad vial. Su dimensión dependerá de cálculos matemáticos e hidráulicos como referencia sus características de la zona.

La cuneta se diseña con un talud interior y superior, la cual coincide con el talud de incisión (corte). Se considera una pendiente de 0.2% y 0.5 para cunetas revestidas y sin revestir respectivamente.

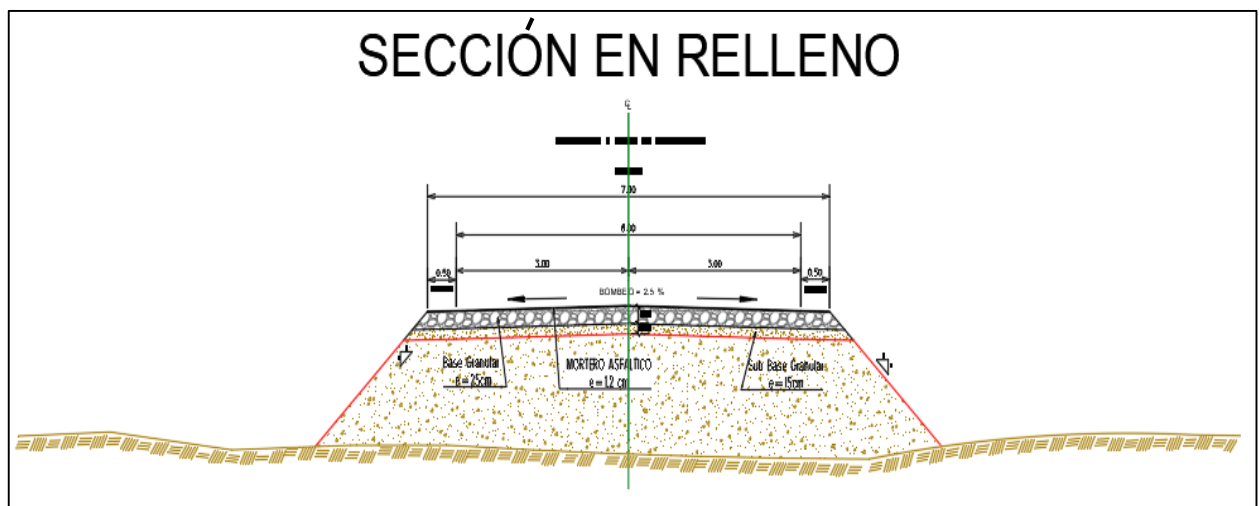
- Sección en corte cerrado: considerando un talud a 1:1 y 1:1.5(V:H) para corte y relleno respectivamente. Se tiene una calzada de 6 m, bermas de 0.5m a uno y otro extremo, un bombeo de 2.5%, una subbase y base granular de 25 y 15 cm respectivamente y con una capa de mortero asfáltico de 1.2 cm.

Figura 20. Sección de corte cerrado en la carretera



Fuente: DG – 2018

Figura 21. Sección de relleno en la carretera



Fuente: DG – 2018

3.4.9. Resumen y Consideraciones de diseño en Zona Rural

Cuadro 64. Resumen General del diseño Geométrico

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TRAMO COLLAMBAY - ALTAMISA	
Clase de vía	Tercera clase	
Peculiaridades	carretera dos carriles	
Orografía	Accidentada - Tipo 3	
Longitud de Tangente	L min S	42
	L min 0	84
	L max	500

Velocidad directriz	30 km/h	
Ancho de Calzada	6.00 m	
Bermas	0.50 m	
Bombeo	2.50%	
Talud de terraplenes	V:H = 1:1 5	
Talud de corte	V:H = 1:1	
Radio Mínimo	42	
Pendiente máxima	10%	
Pendiente mínima	0.50%	
Vehículo tipo	C-2	
Peralte	Absoluto	12%
	Normal	8%

Fuente: Elaboración Propia

3.4.10. Diseño de Pavimento

3.4.10.1. Generalidades

La norma MTC manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos, indica para el pavimento de capa de rodadura existiendo flexibles, rígidos o de adoquín.

En el tramo Collambay – Altamisa la distribución del pavimento es establecida principalmente con parámetros básicos, la firmeza dada, encima al que cimenta la pavimentación y el traslado vehicular en dicho estudio, expresado por ejes Equivalentes.

3.4.10.2. Datos del CBR

Los datos son extraídos por parte del estudio de suelos de la carretera en estudio, se efectuaron 3 ensayos de CBR:

Cuadro 65. Datos de CBR

Nº DE CALICATAS	CBR diseño al 95%
C-01	23.88
C-04	6.14
C-07	3.44

Fuente Elaboración Propia

Como podemos apreciar en el cuadro 64 tenemos los datos del CBR al 95%, teniendo como resultado en la calicata N°01 un valor de 23.88 denominada una Sub-Rasante muy buena, en la calicata N°04 un valor de 6.14 denominada una Sub-Rasante regular y por último en la calicata N°07 un

valor 3.44 denominada una Sub-Rasante insuficiente, en los demás tramos se asumieron a criterio técnico basado en el tipo de material y las aproximaciones entre clasificación de suelos.

A continuación, los 08 tramos que contempla el proyecto con sus respectivas progresivas y valores de CBR para su diseño y categoría de subrasante, por ende, tenemos que realizar una estabilización del suelo en los kilómetros 06+000 –TERMINO establecido por la norma MTC- pavimentos.

Cuadro 66. Características de Tramo

TRAMOS	PROGRESIVAS (KM)	CBR (%) DE DISEÑO	TIPO DE SUBRASANTE
1	00+000 - 01+000	24	S4
2	01+000 - 02+000	22	S4
3	02+000 - 03+000	8	S2
4	03+000 - 04+000	6	S2
5	04+000 - 05+000	6	S2
6	05+000 - 06+000	3	S1
7	06+000 - 07+000	3	S1
8	07+000 - TERMINO	3	S1
	Datos Laboratorio UCV		
	Datos Asumido Criterio Técnico		

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 67. Categoría de la Sub Rasante

CATEGORÍA	CBR
S0: Sub Rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub Rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Sub Rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Sub Rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Sub Rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Sub Rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Grosor (Espesor) de Reemplazo del terreno de fundición

Aplicada en lugares que la sub rasante sea insuficiente en unos datos de CBR comprendidos al 3% y 6%, para eso necesitamos obtener los datos del estudio de tráfico.

Cuadro 68. Espesor recomendado para estabilidad por sustitución de suelo

TRÁFICO		ESPESOR DE SUCESIÓN CON MATERIAL CBR>10% (CM)
0	25000	25.0
25001	75000	30.0
75001	150000	30.0
15001	300000	35.0

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimento

Obteniendo como espesor de 30.0 cm para reemplazar, donde se efectuará con un nuevo material con propiedades optimas especificando en el estudio de suelos.

Cuadro 69. Valor relativo de CBR en la sub base granular

CBR en Subbase Granular	Mínimo 40%
-------------------------	------------

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Cuadro 70. Valor relativo de CBR en base granular

Para carreteras de segunda clase, tercera clase, bajo volumen de transito; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para carreteras de Primera clase, Carreteras duales o Multicarril, Autopistas; o, para carreteras con tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Se Procederá por un tratamiento estabilizador al material ya que el CBR al 95% es de 55.46 y para base granular mínimo debemos tener 80%, por lo tanto, según la norma MTC-pavimento podemos seleccionar en el cuadro 71 el tipo de suelo y el índice de plasticidad.

Cuadro 71. Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador

CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	OBSERVACIONES
GW-GM	Asfalto	IP no excede de 10	-
GP-GM	Cemento Portland	IP no excede de 30	El material deberá contener cuanto menos 45% de material que pasa la Malla N°4
GW-GC			
GP-GC	Cal	IP no excede de 12	
	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25	

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Forma de estabilizar con cemento

Para ello denominado suelo-cemento obtenido al mezclar el suelo desarticulado aplicando cemento, agua entre otro casualmente adiciones, su propiedad del suelo- cemento dependerá mencionando a continuación:

- Tipo como importe de suelo, cemento y agua
- Edad para mezcla compactado como el tipo de curado a emplear.

Las proporciones de cemento establecen de una manera aproximada de acuerdo al tipo de suelo, es decir, comprendido en el cuadro siguiente:

Cuadro 72. Condición de cemento solicitado para estabilizar suelo cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Condición de cemento requerido Porcentaje de la masa de los suelos
A – 1 – a	3 – 5
A – 1 – b	5 – 8
A – 2	5 – 9

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Utilizando el tratamiento estabilizador obtenemos un CBR al 95% de 100 para base granular obteniendo un mejoramiento de material.

3.4.10.3. Datos del Estudio de Tráfico

El resultado obtenido del estudio de tráfico es de 21866 TN, se muestra en el cuadro 74.

Cuadro 73. Resultados de Ejes Equivalentes

Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE	Condiciones de Tráfico Pesado indicado en EE
Tp0	$> 75000 \text{ EE} \leq 150000 \text{ EE}$
Tp1	$> 150000 \text{ EE} \leq 300000 \text{ EE}$
Tp2	$> 300000 \text{ EE} \leq 500000 \text{ EE}$
Tp3	$> 500000 \text{ EE} \leq 750000 \text{ EE}$
Tp4	$> 750000 \text{ EE} \leq 1000000 \text{ EE}$
Tp5	$> 1000000 \text{ EE} \leq 1500000 \text{ EE}$

Fuente: manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

El manual MTC, menciona para determinar los espesores en pavimentos se necesita sus ejes equivalentes (tipo de tráfico en EE) la cual se calculó en el estudio de tráfico.

Cuadro 74. Tipo de tráfico pesado expresado en EE.

Parámetros para el cálculo del Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes								
TIPO VEH.	EE dia carril					Fca	N° dias al año	EE 8.2 TN
	IMDpi	Fd	Fc	Fvp	Fp			
AUTOMÓVIL	1	0.5	1	0.004	1	11.46	365	8
C.R	5	0.5	1	0.004	1	11.46	365	33
CAMIÓN	3	0.5	1	3.48	1	11.46	365	21817
TOTAL	9						EE	21866

Fuente: Elaboración propia

Se determinó una categoría de Tp0, ya encontrado adentro por el parámetro establecido.

3.4.10.4. Detalle del Pavimento

Determinamos la base, sub base y el espesor de pavimento tomando en consideración el CBR del tramo 1 al 5, el tráfico con números de




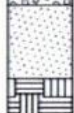
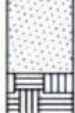


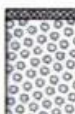







repeticiones y el periodo de diseño, se recalca que en la sub base se utilizó un estabilizador con cemento. Con la cual se concluyó el siguiente cuadro.

Cuadro 75.CBR de diseño

CBR PROMEDIO 95 (%)		Tipo de Suelo
TRAMO 01, 02	24	S ₄
TRAMO 03,04,05	6	S ₂
TRAMO 06,07,08	3	S ₀

Fuente: Elaboración propia

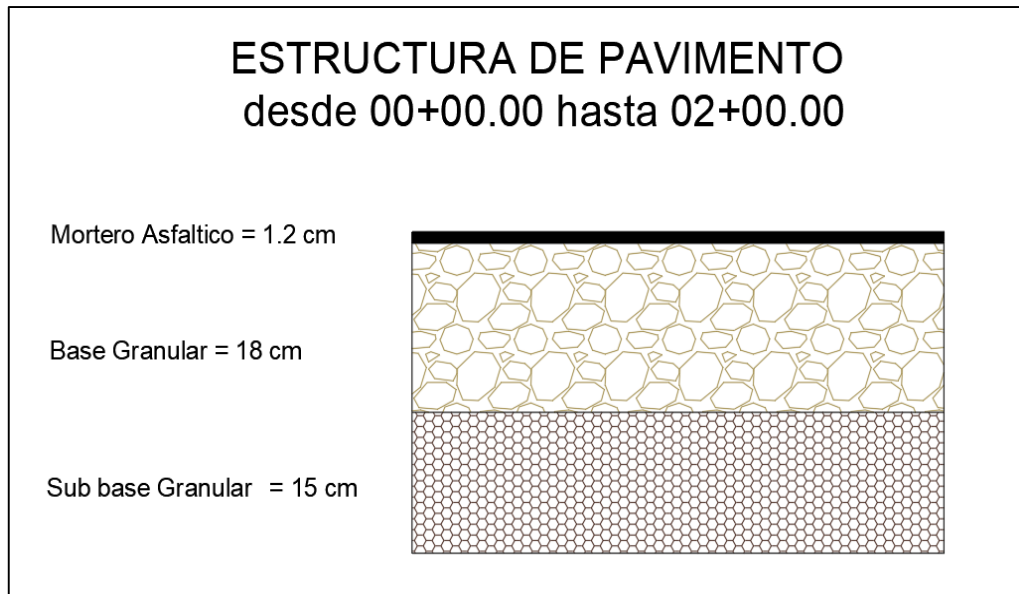
Cuadro 76.Espesores según el CBR y categoría de tráfico

EE		Tp0 (cm)		Tp1 (cm)		Tp2 (cm)	
		75001 - 15000		150001 - 300000		300001 - 500000	
CBR %	MR 2555xCBRE0.64	1.2		1.2		1.2	
CBR < 6%	≤ 8.040 psi (55.4 Mpa)	18		20		25	
≥ 6% CBR < 10%	≤ 8.040 psi (55.4 Mpa) ≤ 11.150 psi (76.9 Mpa)	1.2		1.2		1.2	
≥ 10% CBR < 20%	≤ 11.150 psi (76.9 Mpa) ≤ 17.380 psi (119.8 Mpa)	1.2		1.2		1.2	
≥ 20% CBR < 30%	≤ 17.380 psi (119.8 Mpa) ≤ 22.530 psi (155.3 Mpa)	1.2		1.2		1.2	

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

La estructura para el pavimento a nivel “mortero asfaltico” para el tramo 01, 02 se determina con un promedio del CBR al 95% de 23.88, con una categoría de trafico de Tp0 obtenemos los espesores indicados en la figura 22

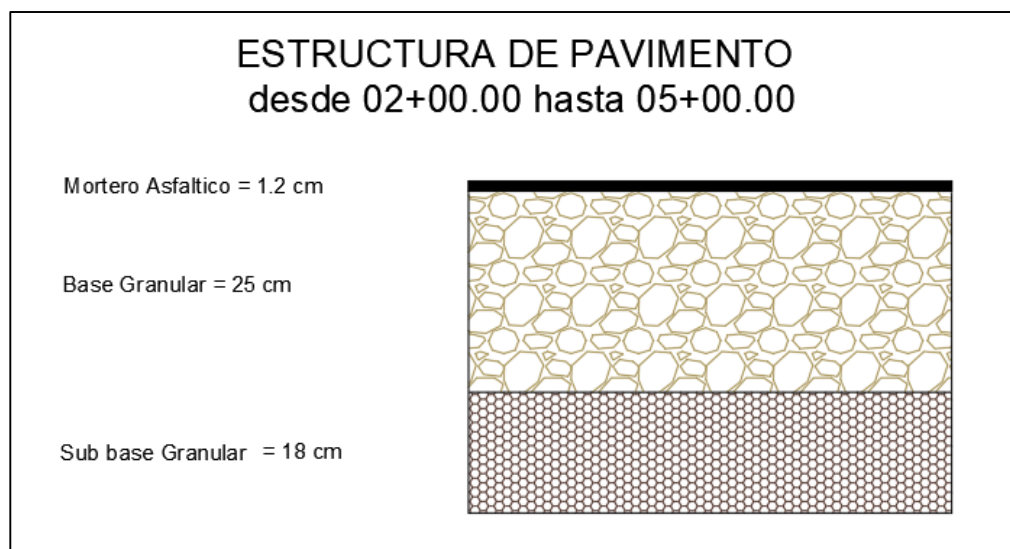
Figura 22. Estructura de pavimento tramo 00 - 02



Fuente: Elaboración Propia

Para el tramo 03, 04, 05 obtenemos una estructura de mortero asfaltico tomando en cuenta el promedio de CBR al 95 % de 6.14 y la categoría de trafico de Tp0, por lo tanto, en la figura 23 obtenemos espesores indicados

Figura 23. Estructura de pavimento tramo 03 - 05



Fuente: Elaboración propia

Según el manual de MTC el suelo obtenido un CBR menor a 6% se procederá a una estabilización de suelos, ya indicada anteriormente denominada reemplazo de suelo considerando un espesor de 30 cm. La metodología que se empleará para determinar la sección del pavimento en los tramos 06, 07, 08 será mediante la GUIA AASHTO-93, en el cuadro 77 se indica los parámetros necesarios para el diseño según la metodología indicada.

Cuadro 77. Parámetros de Diseño según el método AASHTO -93

PARAMETROS DE DISEÑO	VALOR	UND
ESAL (W18)	21866	ESAL
TRÁNSITO DE DISEÑO	10	AÑOS
CONFIABILIDAD (R)	85	%
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)	-1.037	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (SO)	0.45	
SERVICIABILIDAD INICIAL (PO)	4.2	
SERVICIABILIDAD FINAL (PT)	2	
ΔPSI	2.2	
MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUB RASANTE (MR)	5633.63	PSI

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo a determinar para diseñar la estructura pavimento flexible, utilizando la ecuación general que nos brinda la GUIA AASHTO - 93

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$$\log_{10}(21866) = (-1.037)(0.45)$$

$$+ 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{2.2}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(5633.63) - 8.07$$

SN requerido = 1.95

Determinando el número estructural requerido a través de la ecuación general se necesita conocer los espesores de capa del pavimento como la capa asfáltica, sub base y base.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Dónde:

a_1, a_2, a_3 = coeficiente de capas

D_1, D_2, D_3 = espesores de la capa

m_2, m_3 = coeficiente de drenaje

Los coeficientes de capa (a) y coeficientes de drenaje se determinará con los ábacos correspondientes en la GUIA AASHTO determinando los espesores en pulgadas y centímetros en el cuadro 78.

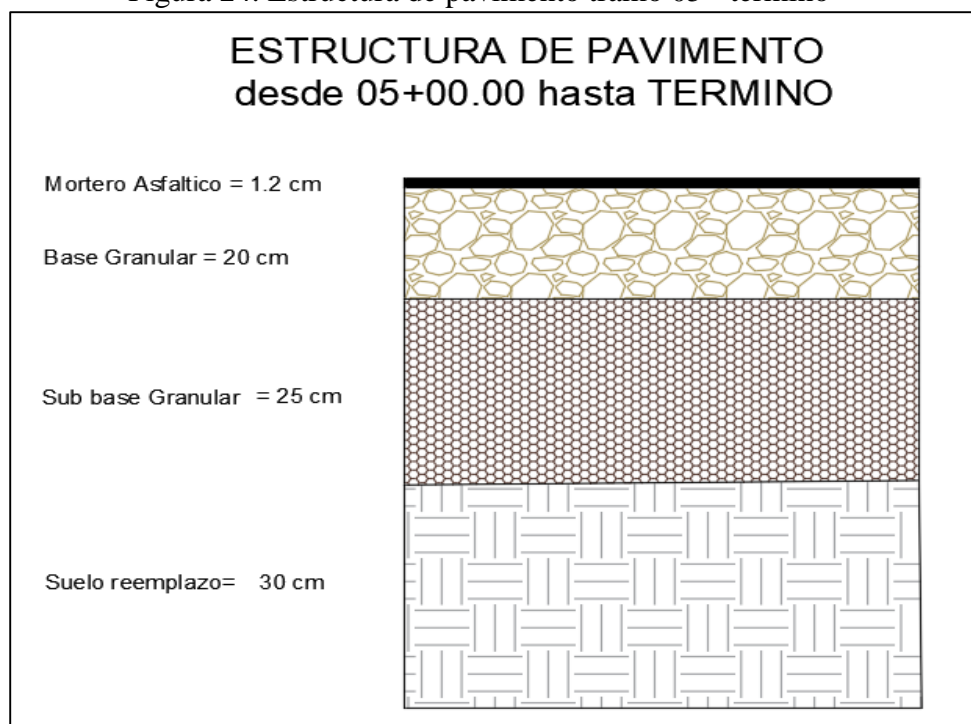
Cuadro 78. Diseño de Espesores de Pavimento

<i>CAPA DE MATERIAL</i>	<i>Coeficiente de Capa (a)</i>	<i>Coeficiente de Drenaje (m)</i>	<i>ESPESOR (Pulg)</i>	<i>Numero Estructural de Capa (SN)</i>	<i>ESPESOR (cm)</i>	<i>Numero Estructural de Capa (SN)</i>
Asfalto	0.04	1	0.47	0.02	1.2	0.048
Base Granular	0.14	1	8	0.84	20	2.134
Sub Base Granular	0.13	1	10	1.30	25	3.302
SN resultado				2.4		
SN requerido				1.95		

Fuente: Elaboración Propia

Con los cálculos correspondientes determinamos el espesor para el pavimento flexible (estructura), donde, su SN de resultado es mayor al SN requerido pudiendo concluir que el diseño es el correcto, con un espesor de mortero asfáltico de 1.2 cm, así como también una base de 20 cm granular y para subbase una capa de 25 cm.

Figura 24. Estructura de pavimento tramo 05 - termino



Fuente: Elaboración Propia

3.4.11. Señalización

3.4.11.1. Generalidades

Toda información que debemos conocer y tener en cuenta para la señalización del proyecto lo ubicamos en el (MDCTACC - 2016) brindado por MTC, donde estipula contextos que justifican señales para tener control en el tráfico dependiendo la función, ubicación, su forma, color, tamaño; relacionado a la señal que se emplearan en la carretera.

Para la señalización del proyecto se consideró lo siguiente:

- Mejoramiento de la infraestructura vial
- Formación para los que manejen un vehículo
- Emergencia
- Acción policial

3.4.11.2. Requisitos

Los requisitos del manual de dispositivos de control de tránsito para carreteras y calles, 2016, p.8, que considera lo siguientes:

- Tener una necesidad para ser correctamente utilizado

- Tener una visibilidad adecuada cuya función es llamar la atención
- Mensaje totalmente claro y breve en el concepto determinado
- Tiene que tener el tiempo necesario para el recepcionista
- Semejanza

3.4.11.3. Señales Verticales

La posición para la señalización se considera, por el tiempo de maniobra de respuesta que tengan los conductores, el conductor tiene la decisión respecto al tipo de situación al que se encuentre para hacer la maniobra correspondiente dependerá también de la velocidad de diseño, sus peculiaridades de la carretera para ubicar estratégicamente los puntos de posición de las señales.

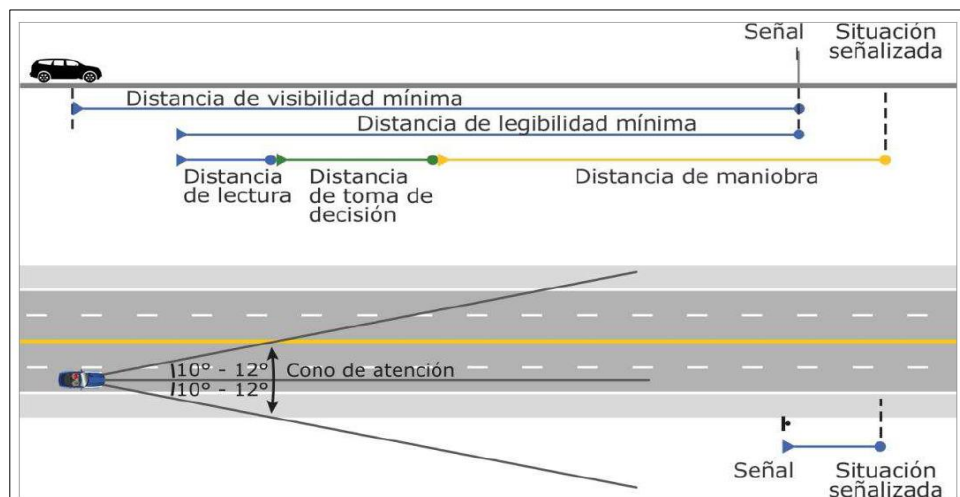
3.4.11.4. Colocación de las Señales

La colocación se basa en la visibilidad, lectura y maniobra, adquiriendo el tiempo necesario para la reacción del conductor

COLOCACIÓN LONGITUDINAL

Los parámetros que se considera según el manual son: visibilidad de distancia mínima, visión adecuada de lectura, legibilidad mínima, por ultimo distancia para maniobras toma de decisiones.

Figura 25. Ubicación longitudinal y distancias de lectura



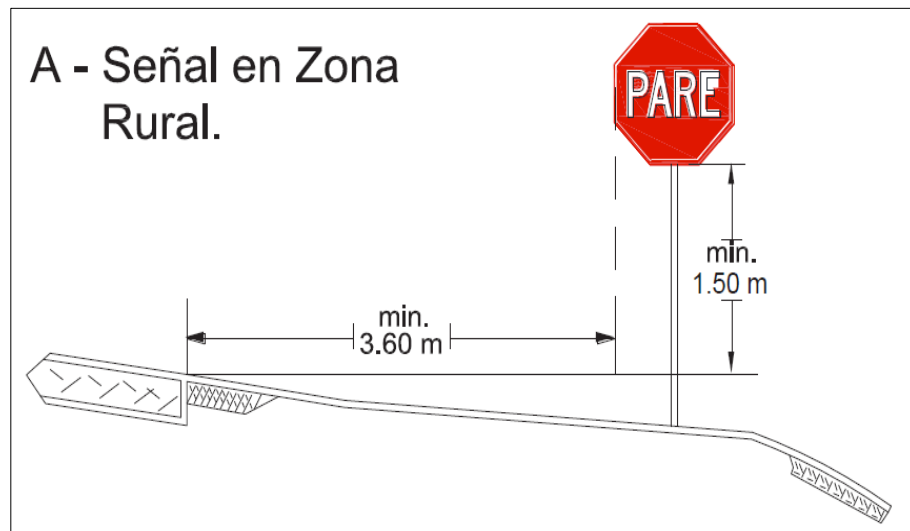
Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

UBICACIÓN LATERAL

El manual nos da a conocer dos situaciones para el lugar lateral establecido por zona de influencia, considerando el lugar lateral en zona rural o zona

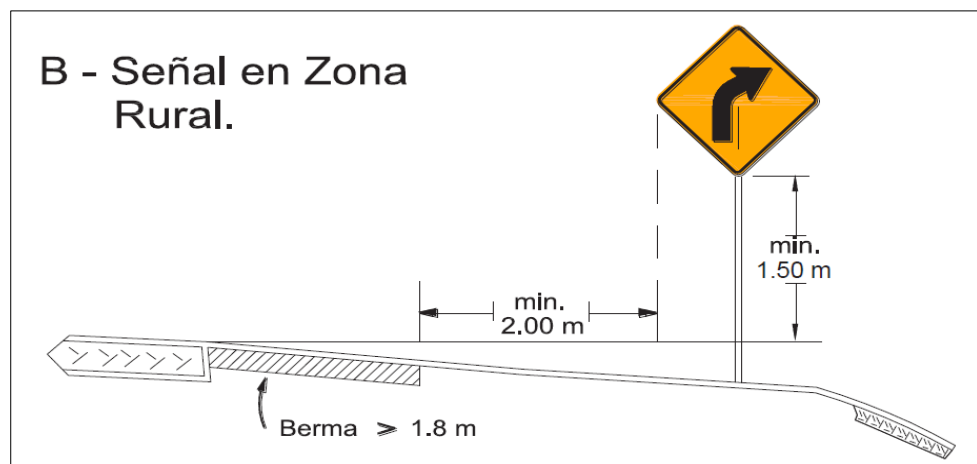
urbana, en el caso de nuestro proyecto se considera la ubicación lateral en zona rural de tal manera el manual nos indica que la distancia de borde a la calzada, es decir al próximo borde de su señal debe de tener una distancia mínima de 3.60, en vías de ancho de inferior a 1.50m en bermas.

Figura 26. Ubicación lateral (ejemplo A)



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Figura 27. Ubicación lateral (ejemplo B)



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

ALTURA

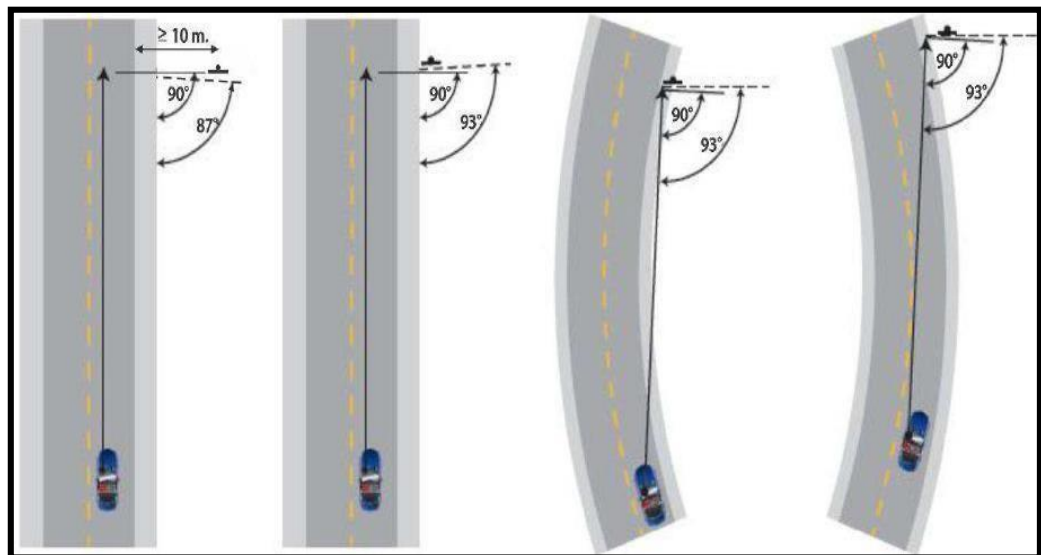
Primordialmente tiene a prevalecer su visibilidad con respecto a la altura de las señales, por eso se considera algunos principios los cuales son el tipo de vehículo a circular, el dibujo de la vía como los obstáculos que se presentan en ella de tal manera puedan intervenir en la visibilidad.

Nuestro proyecto está ubicado en una zona rural por lo tanto la altura mínima permisible será de 1.50 m, entre la señal el borde inferior y la imaginaria de la superficie proyección del nivel de rodadura (calzada). Si es necesario ubicar dos a mas señales en un poste, la altura indicada será de 1.20 m como mínima será permitido por la señal última.

ORIENTACIÓN

Para esta orientación debemos tener una inclinación por encima o por debajo a 90° hacia afuera, a razón de superficie de rodadura. La colocación es aplicada evitando en sí que las luces puedan incidir sobre la fachada de la señalización, lo que daña su claridad.

Figura 28. Ejemplo de orientación de la señal



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016

3.4.11.5. Hitos Kilométricos

Señales Regulatorias

Son los encargados de comunicar aquellas que utilizan las vías, el prohibir, limitaciones, prioridades, deberes y permisiones vigentes (existentes). Se considera como delito si no respetas ni cumples estas señales.

Figura 29. Señales de prioridad



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Figura 30. Señales de Restricción



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Señales de Prevención

Los riesgos de la naturaleza y/o situaciones que se puedan presentar en las vías o zonas, este tipo de señalización nos brinda información de la existencia y sobre todo advertir a los usuarios.

Su ubicación tiene que considerar la distancia necesaria para receptores que implica tener tiempo para percepción como respuesta inmediata para identificar y aplicar las decisiones adecuadas y ejecutar la maniobra adecuada.

Clasificación

- Características Geométricas de la vía

- Curvatura horizontal
- Pendiente longitudinal
- Peculiaridades de la superficie de rodadura
- Limitaciones físicas de la vía
- Intersecciones con otras vías
- Peculiaridades operativas de la vía
- Emergencias y situaciones especiales

Figura 31. Señales de Prevención (ejemplo A)



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Figura 32. Señales de Prevención (ejemplo B)

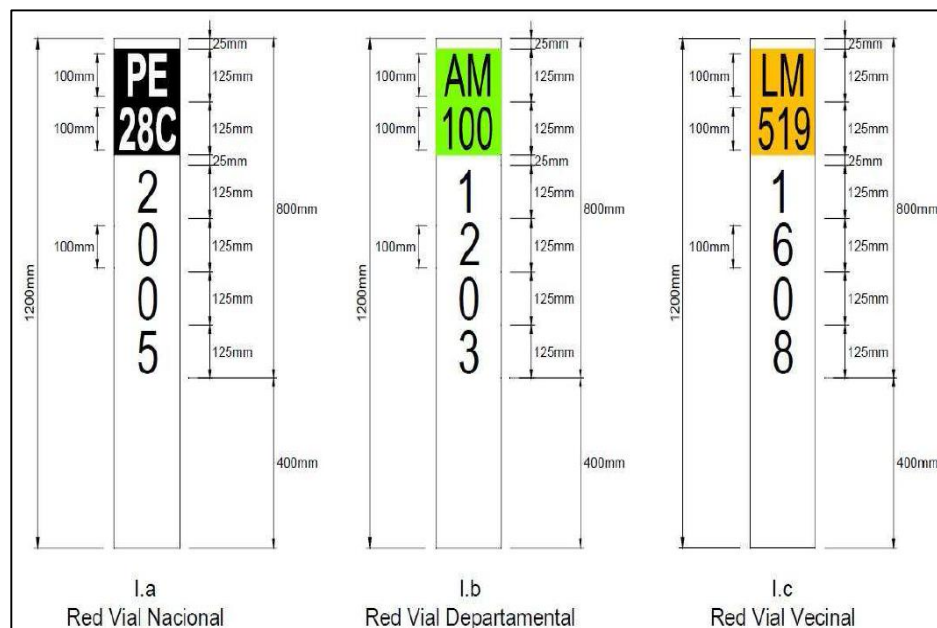


Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Señales de Información

Los postes kilométricos nos indican la distancia del punto de origen de la vía (km 0+000), así pues, lo estipulado en el SINAC (Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras), la que se encuentre vigente.

Figura 33. Señales de Información (postes de kilometraje)



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Figura 34. Señales de localización



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Señales de Horizontales

Están ubicada en el pavimento horizontalmente, su función es guiar y

canalizar a cada movilidad, indicando que movimientos pueden ejecutar es así, emplear líneas simples o continuas, imágenes y leyendas.

Los materiales tienen que tener condiciones adecuadas para la facilidad de colocación, resistencia al desgaste o decadencia, flexibilidad y visibilidad en condiciones adversas. La pintura es uno de los materiales más empleados debido a la rapidez de ejecución en el pavimento.

3.4.11.6. Señales del Proyecto

SEÑALES VERTICALES

➤ Señales Reglamentarias

Con la finalidad de evitar maniobras peligrosas como giros o curvas de vuelta o también adelantamiento inadecuado colocamos las siguientes señales:

Figura 35. Señales Reglamentarias

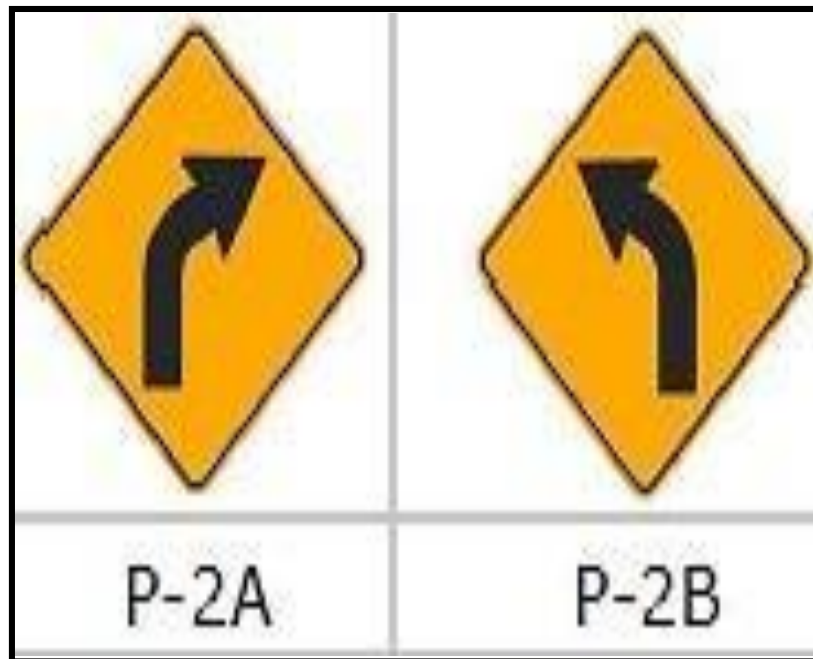


Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

➤ Señales Preventivas

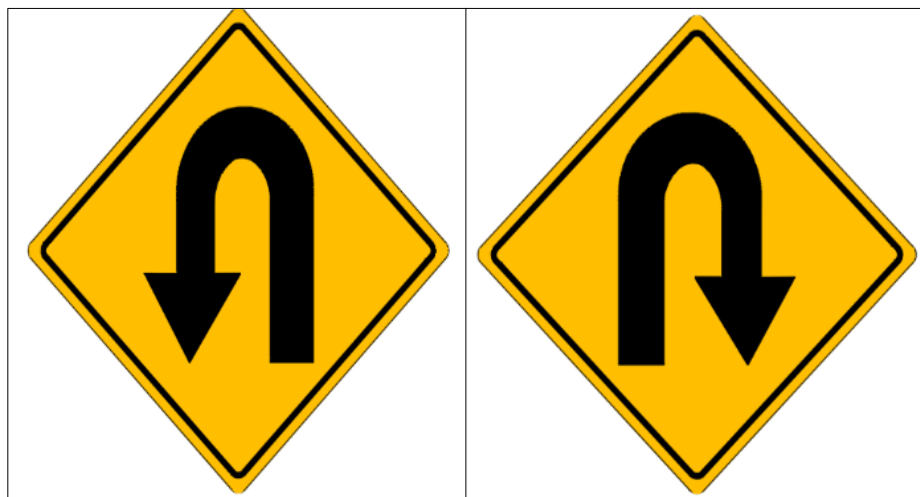
Determinando colocar varias señales como prevención para los usuarios que circulen en la carretera diseñada.

Figura 36. Señales Preventivas



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016

Figura 37. Señales Preventivas (P-5-2B y P-5-2A)



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Figura 38. Señales Preventivas

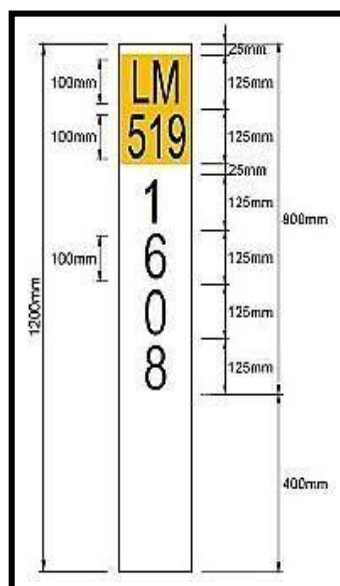


Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

➤ Señales Informativas

Se determinó colocar señales informativas en cada sector zona.

Figura 39. Indicaciones Informativas



Fuente: Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016.

Cuadro 79.Ubicación de Señales reguladoras

SEÑALES REGULADORAS				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	PROGRESIVA	SENTIDO
1	Veloc. Máxima	R-30	03+100.000	Ida
2	Prohibido Adelantar	R-16	03+110.000	IDA
3	Veloc. Máxima	R-30	03+500.000	VUELTA
4	Prohibido Adelantar	R-16	03+510.000	VUELTA
5	Veloc. Máxima	R-30	03+710.000	IDA
6	Prohibido Adelantar	R-16	03+720.000	Ida
7	Veloc. Máxima	R-30	04+980.000	VUELTA
8	Prohibido Adelantar	R-16	04+990.000	VUELTA
9	Veloc. Máxima	R-30	05+500.000	IDA
10	Prohibido Adelantar	R-16	05+510.000	Ida
11	Veloc. Máxima	R-30	06+240.000	VUELTA
12	Prohibido Adelantar	R-16	06+250.000	VUELTA
13	Veloc. Máxima	R-30	06+260.000	IDA
14	Prohibido Adelantar	R-16	06+270.000	Ida
15	Veloc. Máxima	R-30	07+740.000	VUELTA
16	Prohibido Adelantar	R-16	07+750.000	VUELTA

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 80.Ubicación de Señales Preventivas

SEÑALES PREVENTIVAS				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN (CURVA)	CÓDIGO	PROGRESIVA	SENTIDO
1	Cva. a la derecha	P-2A	00+300.000	Ida
2	Cva. a la izquierda	P-2B	00+360.000	VUELTA
3	Cva. a la derecha	P-2A	00+680.000	Ida
4	Cva. a la izquierda	P-2B	00+820.000	VUELTA
5	Cva. a la izquierda	P-2B	01+040.000	Ida
6	Cva. a la derecha	P-2A	01+100.000	VUELTA
7	Cva. a la derecha	P-2A	01+280.000	Ida
8	Cva. a la izquierda	P-2B	01+340.000	VUELTA
9	Cva. a la izquierda	P-2B	01+530.000	Ida
10	Cva. a la derecha	P-2A	01+610.000	VUELTA
11	Cva. a la derecha	P-2A	01+740.000	Ida
12	Cva. a la izquierda	P-2B	01+820.000	VUELTA
13	Cva. a la izquierda	P-2B	01+980.000	Ida
14	Cva. a la derecha	P-2A	02+040.000	VUELTA
15	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	02+130.000	Ida
16	Cva. a la derecha	P-2A	02+180.000	IDA
17	Cva. a la izquierda	P-2B	02+240.000	VUELTA

18	Cva. a la izquierda	P-2B	02+280.000	IDA
19	Cva. a la derecha	P-2A	02+360.000	VUELTA
20	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	02+440.000	VUELTA
21	Cva. a la izquierda	P-2B	02+880.000	IDA
22	Cva. a la derecha	P-2A	02+940.000	VUELTA
23	Cva. a la izquierda	P-2B	03+140.000	IDA
24	Cva. a la derecha	P-2A	03+220.000	VUELTA
25	Cva. en U derecha	P-5-2A	03+220.000	Ida
26	Cva. en U izquierda	P-5-2B	03+340.000	VUELTA
27	Curva pronunciada izquierda	P-1B	03+360.000	Ida
28	Curva pronunciada Derecha	P-1A	03+460.000	VUELTA
29	Cva. a la izquierda	P-2B	03+540.000	IDA
30	Cva. a la derecha	P-2A	03+620.000	VUELTA
31	Cva. a la izquierda	P-2B	03+760.000	IDA
32	Cva. a la derecha	P-2A	03+880.000	VUELTA
33	Cva. en U derecha	P-5-2A	03+900.000	IDA
34	Cva. en U izquierda	P-5-2B	04+040.000	VUELTA
36	Cva. en U izquierda	P-5-2B	04+050.000	IDA
37	Cva. en U izquierda	P-5-2A	04+180.000	VUELTA
38	Cva. en U derecha	P-5-2A	4+200.000	IDA
39	Cva. en U izquierda	P-5-2B	04+300.000	VUELTA
40	Cva. en U izquierda	P-5-2B	04+310.000	IDA
41	Cva. en U derecha	P-5-2A	04+400.000	VUELTA
42	Curva pronunciada Derecha	P-1A	04+470.000	IDA
43	Curva pronunciada izquierda	P-1B	04+590.000	VUELTA
44	Cva. a la izquierda	P-2B	04+610.000	Ida
45	Cva. a la derecha	P-2A	04+690.000	VUELTA
46	Cva. en U izquierda	P-5-2B	04+710.000	Ida
47	Cva. en U derecha	P-5-2A	04+800.000	VUELTA
48	Cva. en U derecha	P-5-2A	04+820.000	IDA
49	Cva. en U izquierda	P-5-2B	04+940.000	VUELTA
50	Señal camino minioso a la derecha	P-5-1	04+980.000	IDA
51	Señal camino minioso a la derecha	P-5-2	05+230.000	VUELTA
52	Cva. a la izquierda	P-2B	05+260.000	IDA
53	Cva. a la derecha	P-2A	05+360.000	VUELTA
54	Cva. a la izquierda	P-2B	05+530.000	IDA
55	Cva. a la izquierda	P-2A	05+630.000	VUEELTA
56	Cva. en U derecha	P-5-2A	05+640.000	Ida
57	Cva. en U izquierda	P-5-2B	05+780.000	VUELTA
58	Cva. en U izquierda	P-5-2B	05+920.000	IDA
59	Cva. en U derecha	P-5-2A	06+050.000	VUELTA
60	Cva. a la derecha	P-2A	06+060.000	Ida
61	Cva. a la izquierda	P-2B	06+140.000	VUELTA

62	Cva. a la izquierda	P-2B	06+560.000	Ida
63	Cva. a la derecha	P-2A	06+460.000	VUELTA
64	Cva. en U derecha	P-5-2A	06+480.000	Ida
65	Cva. en U izquierda	P-5-2B	06+600.000	VUELTA
66	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	06+620.000	IDA
67	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	06+780.000	VUELTA
68	Cva. en U izquierda	P-5-2B	06+800.000	IDA
69	Cva. en U derecha	P-5-2A	06+930.000	VUELTA
70	Cva. a la derecha	P-2A	06+920.000	IDA
71	Cva. a la izquierda	P-2B	07+010.000	VUELTA
72	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	07+000.000	IDA
73	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	07+200.000	VUELTA
74	Cva. en U derecha	P-5-2A	07+210.000	IDA
75	Cva. en U izquierda	P-5-2B	07+320.000	VUELTA
76	Cva. a la izquierda	P-2B	07+320.000	Ida
77	Cva. a la derecha	P-2A	07+380.000	VUELTA
78	Curva pronunciada Derecha	P-1A	07+420.000	Ida
79	Curva pronunciada izquierda	P-1B	07+480.000	VUELTA
80	Curva en U izquierda	P-5-2B	07+500.000	IDA
81	Curva en U derecha	P-5-2A	07+620.000	VUELTA
82	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	07+640.000	IDA
83	Señal camino minioso a la izquierda	P-5-1A	07+840.000	VUELTA
84	Curva a la izquierda	P-2B	07+840.000	IDA
85	Curva a la derecha	P-2A	08+840.000	VUELTA

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 81.Ubicación de Señales Informativas

SEÑALES INFORMATIVAS						
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	PROGRESIVA	MEDIDAS		
				L(m)	H(m)	Área
1	COLLAMBAY	S-1	00+000.00	1	0.35	0.35
2	SALCHA	S-2	03+600.00	1	0.35	0.35
3	MUCHA	S-3	03+800.00	1	0.35	0.35
4	ALTAMISA	S-4	08+126.00	1	0.35	0.35

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

El proyecto de investigación se basa en los parámetros de la normativa que existe en la actualidad. De tal manera nos da a conocer dichos parámetros establecer el diseño, así pues, dando función donde se programó para un tiempo de vida determinado.

El poder diseñar geométricamente la vía, fue necesario la realización de estudios precedentes de tal modo llegar al final como lo efectuó (Gadea) con título de tesis #Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Tramo Pallar Alto y Lluchupata, Distrito Marcabal, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad” empleando levantamiento topográfico, EMS, Estudio hidrológico y su geométricamente el diseño de carretera.

Su orografía presenta a un terreno tramo a estudiar que es tipo 3, de acuerdo al DG-2018, estableciendo pendientes con rangos del 10 %, teniendo una similitud respecto al levantamiento topográfico del proyecto. Incluso según Soto (2018), con tesis llamado “Diseño para el mejoramiento a nivel de mortero asfáltico de la carretera tramos: motil – nueva california – carata, agallpampa, otuzco, la libertad”, teniendo como resultado un terreno es accidentado, con pendientes que oscilan entre 6% y 10% considerando así una pendiente máxima de 10%.

En el Estudio de Suelos de la investigación se obtuvo muestras del material a cada kilómetro de longitud, puesto que, al manual MTC- (2014), de acuerdo al IMDA realizamos calicatas con profundidad de 1.5m y obtener los datos correspondientes de suelos en dicha zona, pero también Astonitas (2018), con proyecto de tesis “Mejorar la carretera solecape – cruz de mediania – panamericano norte, distrito de mochumí – departamento de Lambayeque – región Lambayeque - 2018”, teniendo un estudio de mecánica de suelos (SUCS es SP-SM), obtuvieron suelo arenoso probablemente grabada y porcentaje leve de finos con arena limosa de baja plasticidad, respectivamente. También se terminó un CRB de 8.75% al 100% y 10.55% al 95% de su densidad seca máxima, calificando como REGULAR - BUENO para sub rasante. El tramo de Collambay – caserío Altamisa principalmente está compuesto por material arcilloso, obteniendo un índice de plasticidad promedio de 13.3%, se determinó un CBR de 23.88%, 6.14% y 3.44% al 95% de su densidad seca máxima, calificando de Regular y Bueno para la sub rasante a excepción del último tramo que es necesario

hacer un mejoramiento o aplicar material de la cantera.

El estudio que se realizó a la cantera nos indica que tiene un material con pedazos de roca, grava chancada y fino, teniendo un bajo índice de plasticidad con un contenido de vapor de 0.78%, cuenta un CBR al llegar 100% con 66.06%, pudiendo decir que el material de la cantera es de buena calidad y su capacidad es resistente.

Con el estudio Hidrológico definimos los diferentes obras de arte como son nuestros aliviaderos de tuberías TMC de 36” y las cunetas de sección triangular con dimensión 0.50 * 1.05 m para todo el tramo de la carretera, todo debidamente justificado en el Manual de carreteras lo que brinda medidas mínimas en cuanto a cunetas triangulares que se determinan con las precipitaciones que nos brinda el SENAMI.

Respecto al diseño geométrico del tramo en estudio se clasificó como tercera clase la carretera con un IMDA menor a 400 veh/día, estipulado en la MC DG-2018, de tal manera lo clasifiqué Cabanillas (2018), en su proyecto de tesis “Diseño del Mejoramiento y Ampliación de la Carretera que une los tramos de Pampa Hermosa Baja – La Leonera, Distrito de Usquil – Provincia de Otuzco – La Libertad”. Para el tramo en estudio, determinando su velocidad directriz a 30 km/h con 25m de radio mínimo, 6 m (ancho) de calzada, berma de 0.50 m finalmente con bombeo de 2.5%

Para diseñar el pavimento se estimó 3 estructuras para los diferentes tramos, con un mortero asfáltico de 1.2 cm para el tramo general, con espesores de base de 18, 25, 20 cm y subbase de 15, 18, 20 cm respectivamente tal cual establece el Manual de Carreteras.

Para ofrecer seguridad a los ciudadanos al deleitarse de la vía en mejor estado y totalmente reparada, se planeó la colocación de señales verticales como horizontales para el bien de todos. En el que la señal vertical indica prevenir e informar; así mismo se pondrá su señal horizontal respectivamente sus hitos para cada kilómetro.

V. CONCLUSIONES

- Se efectuó realizando el levantamiento Topográfico con una longitud total 8.240 kilómetros (km) teniendo terreno Accidentado Tipo 3, establecido por la MC DG- 2018 a su vez teniendo pendiente máxima de 10%.
- Se elaboró el EMS realizándose la clasificación según la metodología SUCS y AASHTO, de esta manera nos indica que el suelo del tramo está compuesto mayormente por material arcilloso, teniendo un CBR promedio al 95% de 15% y la cantera tiene un material con cascajos de roca, grava chancada y árido fino presentado un CBR de 66.06% al 100%.
- El estudio Hídrico (hidrológico) en precipitación pluvial cediendo a elaborar el diseño para Obras civiles como cunetas de figura triangular revestidas de 0.50 * 1.05 m en todo el tramo de la vía, también el diseño de los aliviaderos de tuberías TMC (Tubería Metálica Corrugada) de 36". Además, no fue posible la realización del estudio de cuencas debido a que el río Lucmar cruza transversalmente por la carretera teniendo un puente ya construido, de tal manera no tenemos otro río o quebradas que pasen por la vía.
- Se realizó el diseño geométrico cabal al MC DG-2018, estipulando un suelo de tercera categoría de 6.00 m de calzada, descenso axioma de 10%, apresuramiento de diseño de 30 km/h, con radio de curvatura apaisado de 25.00 m como carencia, también se estableció señales de tránsito.

VI. RECOMEDACIONES

- Realizar un mejoramiento en los últimos 2 km del tramo debido a que tenemos un CBR malo para la sub rasante.
- Realizar un mantenimiento continuo de la vía y sus obras de arte para así no tener un déficit en la circulación de la misma.
- Realizar higienización y conservación tanto para cunetas como alcantarillas, para así impedir posible rebalse de aguas superficiales frecuentado por la saturación de las mismas.
- Cada verdadero lapso seguir dando un ojeo para verificar la conservación de la vía como el cuidado del medio ambiente.
- Realizar una petición al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, que incluya normas y parámetros relacionados a los aditivos

VII. REFERENCIAS

ASTONITAS, Yovana. “Mejoramiento de la carretera solecape – cruz de mediania – panamericana norte, distrito de mochumí – departamento de Lambayeque – región Lambayeque - 2018” Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2018. 428 pp.

BOTÍA, Wilmar. “Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo”. Trabajo de grado (obtención del título profesional de ingeniería civil) Bogotá: Universidad militar nueva granada, programa de ingeniería civil, 2017. 18 pp.

CABANILLAS, Rossana. “Diseño del Mejoramiento y Ampliación de la Carretera que une los tramos de Pampa Hermosa Baja – La Leonera, Distrito de Usquil – Provincia de Otuzco – La Libertad”. Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2018. 221 pp.

CAMPOS, Dani y RONCAL, Wilmer. “Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo El Molle – Quiguir, distrito y provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad”. Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2018. 123 pp.

CARDENAS, James. Diseño Geométrico de Carreteras. 2.a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2013. 01 pp. ISB: 978-958-648-859-4

CORRAL, Ignacio, VILLENA, Manuel. Topografía de obras. 1.a ed. Barcelona. Politecn. 2009. 211pp.ISB: 84-8301-543-9

CRESPO, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones.5a ed. México. Editorial LimuSa, 2004. 17 pp. ISBN: 968-18-6489-1

Elementos originales en el diseño geométrico de carreteras por Miguel Fianco [et al.]. Ecuador: Els Alzamora, 2017. 19 pp. ISBN: 978-84-947995-2-5

EROSION FLUVIAL en el distrito de simbal – la libertad [línea]. Lima: N. Paredes H. [fecha de consulta: 29 de abril del 2019]. https://www.indec.gov.pe/wp-content/uploads/2019/03/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-650-05MAR2019-EROSION-FLUVIAL-EN-EL-DISTRITO-DE-SIMBAL-LA-LIBERTAD-01.pdf?fbclid=IwAR1KJMTwghkbGronhNGFbQrpNPFzlfDStRL5k_tjCwrWCZvfP9UBQDY_Ki4

GADEA, Jheisy. “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Tramo Pallar Alto y Lluchupata, Distrito Marcabal, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad”. Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2018. 440 pp.

GOICOCHEA, Josselyn. “Diseño Del Mejoramiento Y Ampliación De La Carretera Que Une Los Tramos La Tuna - La Cortadera, Distrito De Huaranchal, Provincia De Otuzco, La Libertad”, Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2017. 328 pp.

LOPEZ, Fernando, LOPÉZ, Carlos, PÉREZ, Colina. Elementos de Topografía y Construcción. 3.a ed. Oviedo. Ediciones de la Universidad de Oviedo. 2002. 154 pp. ISB: 978-84-8317-597-2

MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Diseño geométrico. Lima: DG, 2018. 285 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Lima. 2012. 13pp

PAREDES, Vierci. La Libertad: Cultivos y carreteras afectados por desbordes de ríos [línea]. DiarioCorreo.pe. 12 de marzo de 2017 [fecha de consulta: 14 de mayo del 2019]. https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/la-libertad-cultivos-y-carreteras-afectados-por-desbordes-de-rios-736599/?fbclid=IwAR3gxtZPvINk-ZAxntP6g1cl5OvV3IvzjdR_krKiQcF2pAOpwEsNmWmJ7uM

PRENSA alianza para el progreso [línea]. Trujillo: app, 2015. [fecha de consulta: 28 de mayo del 2018]. <http://www.app.pe/noticia/region-la-libertad-tiene-las-peores-carreteras-del-peru/>.

REDACCION peru21. Vecinos de Collambay ponen en riesgo sus vidas al usar oroya para cruzar río Lucmar [línea]. Peru21.pe. 04 de marzo de 2019 [fecha de consulta: 30 de abril del 2019]. <https://peru21.pe/peru/libertad-vecinos-collambay-ponen-riesgo-vidas-oroya-cruzar-rio-lucmar-nndc-463527>

REVISTA tu región informa. La libertad tiene el 22% de sus carreteras pavimentadas [línea]. gobierno regional la libertad. 06 de marzo del 2017. [fecha de consulta: 30 de abril del 2019]. <http://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/nacionales/7019-la-libertad-tiene-el-22-de-sus-carreteras-pavimentadas>

SOTO, Walter. “Diseño para el mejoramiento a nivel de mortero asfáltico de la carretera tramos: motil – nueva california – carata, agallpampa, otuzco, la libertad”. Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2018. 329 pp.

VELASQUEZ, Michael. “Diseño para el mejoramiento de la carretera Cartavio – panamericana norte, distrito de Santiago de Cao, Ascope, la libertad” Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2017. 117 pp.

ZAMUDIO, Heike. “Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de pavimento flexible tramo Parubamba-Shitabamba, distrito y provincia de Cajabamba-Cajamarca”. Tesis (obtención del título profesional de ingeniera civil). Trujillo: universidad cesar vallejo, escuela de ingeniería civil, 2018. 307pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO



FIGURA 1: Estado actual de la carretera



FIGURA 2: Estado actual de la carretera



FIGURA 3: Levantamiento Topográfico



FIGURA 4: Excavación de las Calicatas



FIGURA 5: Calicata 6 – profundidad 1.5m



FIGURA 6: Extracción de muestras

ANEXO 02: CÁLCULO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

CÁLCULO DE ÁNGULOS					DISTANCIAS	
PTO	GRA	MIN	SEG	SEN	LADO	DISTANCIA
A	22'	48'	35.2567"	----	A - PI 1	330.75
PI 1	07'	55'	57.4723"	D	PI 1 - PI 2	418.3951
PI 2	26'	22'	10.1552"	D	PI 2 - PI 3	314.4472
PI 3	07'	26'	23.1769"	I	PI 3 - PI 4	255.8516
PI 4	09'	24'	05.9158"	D	PI 4 - PI 5	254.1536
PI 5	32'	20'	02.4699"	I	PI 5 - PI 6	211.4644
PI 6	24'	46'	40.8004"	D	PI 6 - PI 7	234.7615
PI 7	05'	55'	18.0530"	I	PI 7 - PI 8	191.3758
PI 8	16'	05'	02.6670"	D	PI 8 - PI 9	117.3411
PI 9	27'	48'	38.4524"	I	PI 9 - PI 10	590.6944
PI 10	17'	11'	13.9918"	I	PI 10 - PI 11	271.1388
PI 11	37'	13'	05.9035"	I	PI 11 - PI 12	84.0303
PI 12	79'	12'	41.3649"	D	PI 12 - PI 13	44.2239
PI 13	90'	48'	15.9153"	D	PI 13 - PI 14	105.7549
PI 14	93'	18'	08.9622"	I	PI 14 - PI 15	197.8157
PI 15	23'	33'	41.1802"	I	PI 15 - PI 16	238.5172
PI 16	43'	52'	02.3060"	I	PI 16 - PI 17	142.8387
PI 17	73'	40'	05.7126"	D	PI 17 - PI 18	34.7802
PI 18	84'	11'	14.7306"	D	PI 18 - PI 19	115.1961
PI 19	84'	51'	08.8467"	I	PI 19 - PI 20	34.5052
PI 20	102'	01'	37.3693"	I	PI 20 - PI 21	133.7988
PI 21	97'	32'	47.5180"	D	PI 21 - PI 22	33.5147
PI 22	94'	40'	04.6666"	D	PI 22 - PI 23	74.7256
PI 23	84'	04'	02.6999"	I	PI 23 - PI 24	27.4016
PI 24	71'	07'	39.9479"	I	PI 24 - PI 25	173.9676
PI 25	72'	36'	39.3382"	D	PI 25 - PI 26	128.7101
PI 26	39'	41'	44.6759"	I	PI 26 - PI 27	92.1574
PI 27	89'	59'	59.5744"	I	PI 27 - PI 28	29.9465
PI 28	82'	01'	15.3415"	I	PI 28 - PI 29	94.1102
PI 29	77'	55'	05.7573"	D	PI 29 - PI 30	30.6642
PI 30	75'	04'	07.7197"	D	PI 30 - PI 31	146.7026

PI 31	09'	40'	27.3909"	I		PI 31 - PI 32	141.1096
PI 32	13'	12'	22.8855"	D		PI 32 - PI 33	138.8761
PI 33	24'	56'	27.5790"	I		PI 33 - PI 34	274.6934
PI 34	13'	56'	35.1192"	I		PI 34 - PI 35	116.8619
PI 35	80'	52'	16.1142"	D		PI 35 - PI 36	32.9826
PI 36	89'	57'	53.3944"	D		PI 36 - PI 37	277.4984
PI 37	99'	18'	44.4415"	I		PI 37 - PI 38	34.0522
PI 38	83'	00'	44.5297"	I		PI 38 - PI 39	71.1432
PI 39	25'	38'	08.5494"	D		PI 39 - PI 40	339.8591
PI 40	23'	37'	28.2395"	I		PI 40 - PI 41	107.95
PI 41	95'	29'	22.7247"	D		PI 41 - PI 42	34.574
PI 42	78'	35'	04.5970"	D		PI 42 - PI 43	108.0466
PI 43	27'	30'	02.8310"	D		PI 43 - PI 44	92.8122
PI 44	19'	33'	50.8535"	I		PI 44 - PI 45	111.002
PI 45	100'	22'	51.2780"	I		PI 45 - PI 46	36.7409
PI 46	85'	28'	26.0891"	I		PI 46 - PI 47	73.8434
PI 47	38'	45'	49.8142"	D		PI 47 - PI 48	90.4361
PI 48	11'	57'	50.0609"	D		PI 48 - PI 49	126.000
PI 49	22'	45'	12.7333"	I		PI 49 - PI 50	83.6195
PI 50	79'	39'	55.2557"	D		PI 50 - PI 51	31.6366
PI 51	90'	00'	11.2775"	D		PI 51 - PI 52	72.2048
PI 52	30'	57'	49.2485"	I		PI 52 - PI 53	119.5192
PI 53	77'	10'	36.8113"	D		PI 53 - PI 54	83.4754
PI 54	97'	24'	24.3204"	I		PI 54 - PI 55	27.4784
PI 55	68'	59'	41.1182"	I		PI 55 - PI 56	124.9747
PI 56	17'	10'	07.5037"	D		PI 56 - PI 57	118.5548
PI 57	21'	04'	09.6038"	I		PI 57 - PI 58	88.4018
PI 58	23'	12'	29.6960"	I		PI 58 - PI 59	75.239
PI 59	33'	30'	14.2353"	I		PI 59 - E	162.1362
B	21'	12'	23.2193"	----			

PUNTO	LADO	DIST.	SENT	ANGULO			AZIMUT		PROYECCIONES		COORDENADAS		CORRECCION		CCIONES CORRE		COORDENADAS CORREGIDA		
				Grad.	Min.	Seg.	Grad.	GRAD.	RAD.	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
A			----									741744.0025	9122925.713					741744.0025	9122925.713
	A - PI1	330.749						22.810	0.398	128.223	304.883			0.000	0.000	128.223	304.883		
PI1			D	07°	55'	57"	7.933					741872.225	9123230.597					741872.225	9123230.597
	PI1-PI2	418.3951						30.742	0.537	213.875	359.600			0.000	0.000	213.875	359.600		
PI2			D	26°	22'	10"	26.369					742086.100	9123590.196					742086.100	9123590.196
	PI2-PI3	314.4472						57.112	0.997	264.052	170.745			0.000	0.000	264.052	170.745		
PI3			I	07°	26'	23"	7.440					742350.152	9123760.941					742350.152	9123760.941
	PI3-PI4	255.8516						49.672	0.867	195.049	165.577			0.000	0.000	195.049	165.577		
PI4			D	09°	24'	06"	9.402					742545.201	9123926.518					742545.201	9123926.518
	PI4-PI5	254.1596						59.074	1.031	218.026	130.621			0.000	0.000	218.026	130.621		
PI5			I	32°	20'	02"	32.334					742763.227	9124057.139					742763.227	9124057.139
	PI5-PI6	211.4644						26.740	0.467	95.146	188.850			0.000	0.000	95.146	188.850		
PI6			D	24°	46'	41"	24.778					742858.373	9124245.990					742858.373	9124245.990
	PI6-PI7	234.7615						51.518	0.899	183.772	146.085			0.000	0.000	183.772	146.085		
PI7			I	05°	55'	18"	5.922					743042.144	9124392.075					743042.144	9124392.075
	PI7-PI8	191.3758						45.596	0.796	136.724	133.908			0.000	0.000	136.724	133.908		
PI8			D	16°	05'	03"	16.084					743178.868	9124525.983					743178.868	9124525.983
	PI8-PI9	117.3411						61.680	1.077	103.297	55.666			0.000	0.000	103.297	55.666		
PI9			I	27°	48'	38"	27.811					743282.165	9124581.649					743282.165	9124581.649
	PI9-PI10	590.6944						33.869	0.591	329.196	490.459			0.000	0.000	329.196	490.459		
PI10			I	17°	11'	14"	17.187					743611.361	9125072.108					743611.361	9125072.108
	PI10-PI11	271.1388						16.682	0.291	77.834	259.727			0.000	0.000	77.834	259.727		
PI11			I	37°	13'	06"	37.218					743689.195	9125331.835					743689.195	9125331.835
	PI11-PI12	84.0303						-20.536	-0.358	-29.478	78.690			0.000	0.000	-29.478	78.690		
PI12			D	79°	12'	41"	79.211					743659.717	9125410.525					743659.717	9125410.525
	PI12-PI13	44.2239						58.675	1.024	37.778	22.991			0.000	0.000	37.778	22.991		
PI13			D	90°	48'	16"	90.804					743697.495	9125433.517					743697.495	9125433.517
	PI13-PI14	105.7549						149.480	2.609	53.707	-91.103			0.000	0.000	53.707	-91.103		
PI14			I	93°	18'	09"	93.302					743751.201	9125342.414					743751.202	9125342.414
	PI14-PI15	197.8157						56.177	0.980	164.338	110.109			0.000	0.000	164.338	110.109		
PI15			I	23°	33'	41"	23.561					743915.540	9125452.523					743915.540	9125452.523
	PI15-PI16	238.5172						32.616	0.569	128.562	200.904			0.000	0.000	128.562	200.904		

P16			I	43	52	02	43.867					744044.102	9125653.427					744044.102	9125653.426
	P16-P17	142.8387						-11.251	-0.196	-27.870	140.093			0.000	0.000	-27.870	140.093		
P17			D	73	40	06	73.668					744016.232	9125793.520					744016.232	9125793.520
	P17-P18	34.7802						62.417	1.089	30.827	16.104			0.000	0.000	30.827	16.104		
P18			D	84	11	15	84.187					744047.059	9125809.625					744047.059	9125809.624
	P18-P19	115.1961						146.604	2.559	63.406	-96.176			0.000	0.000	63.406	-96.176		
P19			I	84	51	09	84.852					744110.465	9125713.449					744110.465	9125713.448
	P19-P20	34.5052						61.752	1.078	30.396	16.331			0.000	0.000	30.396	16.331		
P20			I	102	01	37	102.027					744140.861	9125729.780					744140.861	9125729.779
	P20-P21	133.7988						-40.275	-0.703	-86.496	102.082			0.000	0.000	-86.496	102.082		
P21			D	97	32	48	97.547					744054.365	9125831.861					744054.365	9125831.861
	P21-P22	33.5147						57.271	1.000	28.194	18.120			0.000	0.000	28.194	18.120		
P22			D	94	40	05	94.668					744082.559	9125849.981					744082.559	9125849.981
	P22-P23	74.7256						151.939	2.652	35.151	-65.942			0.000	0.000	35.151	-65.942		
P23			I	84	04	03	84.067					744117.711	9125784.040					744117.711	9125784.039
	P23-P24	27.4016						67.872	1.185	25.383	10.322			0.000	0.000	25.383	10.322		
P24			I	71	07	40	71.128					744143.094	9125794.361					744143.094	9125794.361
	P24-P25	173.9676						-3.256	-0.057	-9.881	173.687			0.000	0.000	-9.881	173.687		
P25			D	72	36	39	72.611					744133.213	9125968.048					744133.214	9125968.048
	P25-P26	128.7101						69.355	1.210	120.445	45.380			0.000	0.000	120.445	45.380		
P26			I	39	41	45	39.696					744253.858	9126013.428					744253.858	9126013.428
	P26-P27	92.1574						29.659	0.518	45.603	80.083			0.000	0.000	45.603	80.083		
P27			I	89	59	60	90.000					744299.261	9126093.511					744299.262	9126093.511
	P27-P28	29.9485						-60.341	-1.053	-26.023	14.819			0.000	0.000	-26.023	14.819		
P28			I	82	01	15	82.021					744273.239	9126108.330					744273.239	9126108.330
	P28-P29	94.1102						-142.362	-2.485	-57.471	-74.524			0.000	0.000	-57.471	-74.524		
P29			D	77	55	06	77.918					744215.768	9126033.806					744215.768	9126033.806
	P29-P30	30.6642						-64.443	-1.125	-27.664	13.229			0.000	0.000	-27.664	13.229		
P30			D	75	04	08	75.069					744188.104	9126047.035					744188.104	9126047.035
	P30-P31	146.7026						10.626	0.185	27.050	144.187			0.000	0.000	27.050	144.187		

PI31			I	09'	40'	27"	9.674					744215.154	9126191.222					744215.154	9126191.222
	PI31-PI32	141.096						0.951	0.017	2.343	141.090			0.000	0.000	2.343	141.090		
PI32			D	13'	12'	23"	13.206					744217.497	9126332.312					744217.497	9126332.312
	PI32-PI33	138.8761						14.158	0.247	33.968	134.658			0.000	0.000	33.968	134.658		
PI33			I	24'	56'	28"	24.941					744251.465	9126466.970					744251.465	9126466.970
	PI33-PI34	274.6934						-10.783	-0.188	-51.394	269.843			0.000	0.000	-51.394	269.843		
PI34			I	13'	56'	35"	13.943					744200.071	9126736.813					744200.071	9126736.813
	PI34-PI35	116.8619						-24.726	-0.432	-48.882	106.147			0.000	0.000	-48.882	106.147		
PI35			D	80'	52'	16"	80.871					744151.189	9126842.960					744151.189	9126842.960
	PI35-PI36	32.9826						56.145	0.980	27.390	18.375			0.000	0.000	27.390	18.375		
PI36			D	89'	57'	53"	89.965					744178.579	9126861.335					744178.579	9126861.335
	PI36-PI37	277.4964						146.110	2.550	154.735	-230.353			0.000	0.000	154.735	-230.353		
PI37			I	99'	18'	44"	99.312					744333.314	9126630.982					744333.314	9126630.982
	PI37-PI38	34.0522						46.797	0.817	24.822	23.312			0.000	0.000	24.822	23.312		
PI38			I	83'	00'	45"	83.012					744358.136	9126854.294					744358.136	9126854.293
	PI38-PI39	71.1432						-36.215	-0.632	-42.033	57.399			0.000	0.000	-42.033	57.399		
PI39			D	25'	38'	09"	25.636					744316.103	9126711.692					744316.104	9126711.692
	PI39-PI40	339.8591						-10.579	-0.185	-62.398	334.082			0.000	0.000	-62.398	334.082		
PI40			I	23'	37'	28"	23.625					744253.706	9127045.774					744253.706	9127045.774
	PI40-PI41	107.95						-34.204	-0.597	-60.683	89.279			0.000	0.000	-60.683	89.279		
PI41			D	95'	29'	23"	95.490					744193.022	9127135.053					744193.023	9127135.053
	PI41-PI42	34.574						61.286	1.070	30.322	16.611			0.000	0.000	30.322	16.611		
PI42			D	78'	35'	05"	78.585					744223.345	9127151.664					744223.345	9127151.664
	PI42-PI43	108.0466						139.870	2.441	69.638	-82.611			0.000	0.000	69.638	-82.611		
PI43			D	27'	30'	03"	27.501					744292.983	9127069.053					744292.983	9127069.053
	PI43-PI44	92.8122						167.371	2.921	20.292	-90.567			0.000	0.000	20.292	-90.567		
PI44			I	19'	33'	51"	19.564					744313.275	9126978.486					744313.275	9126978.486
	PI44-PI45	111.002						147.807	2.580	59.139	-93.936			0.000	0.000	59.139	-93.936		
PI45			I	100'	22'	51"	100.381					744372.414	9126884.550					744372.414	9126884.550
	PI45-PI46	36.7409						47.426	0.828	27.056	24.857			0.000	0.000	27.056	24.857		

PI46			I	85'	28'	26'	85.474					744389.470	9126909.407					744389.470	9126909.406
	PI46 - PI47	73.8434						-38.048	-0.684	-45.511	58.151			0.000	0.000	-45.511	58.151		
PI47			D	38'	45'	50'	38.764					744383.959	9126967.558					744383.959	9126967.557
	PI47 - PI48	90.4361						0.716	0.012	1130	90.429			0.000	0.000	1130	90.429		
PI48			D	11'	57'	50'	11.964					744385.089	9127057.987					744385.089	9127057.986
	PI48 - PI49	126						12.680	0.221	27.657	122.927			0.000	0.000	27.657	122.927		
PI49			I	22'	45'	13'	22.754					744382.746	9127180.914					744382.746	9127180.913
	PI49 - PI50	83.6195						-10.074	-0.176	-14.626	82.330			0.000	0.000	-14.626	82.330		
PI50			D	79'	39'	55'	79.665					744388.120	9127263.245					744388.120	9127263.244
	PI50 - PI51	316.366						69.592	1215	29.651	11.032			0.000	0.000	29.651	11.032		
PI51			D	90'	00'	11'	90.003					744397.771	9127274.277					744397.771	9127274.276
	PI51 - PI52	72.2048						159.595	2.785	25.175	-67.674			0.000	0.000	25.175	-67.674		
PI52			I	30'	57'	49'	30.964					744422.946	9127206.603					744422.946	9127206.602
	PI52 - PI53	119.5192						128.631	2.245	93.366	-74.616			0.000	0.000	93.366	-74.616		
PI53			D	77'	10'	37'	77.177					744516.312	9127131.986					744516.312	9127131.986
	PI53 - PI54	83.4754						205.808	3.592	-36.342	-75.149			0.000	0.000	-36.342	-75.149		
PI54			I	97'	24'	24'	97.407					744479.970	9127056.837					744479.970	9127056.836
	PI54 - PI55	27.4784						108.401	1.892	26.073	-8.674			0.000	0.000	26.073	-8.674		
PI55			I	68'	59'	41'	68.995					744506.044	9127048.163					744506.044	9127048.162
	PI55 - PI56	124.9747						39.407	0.688	79.336	96.563			0.000	0.000	79.336	96.563		
PI56			D	17'	10'	08'	17.169					744585.380	9127144.726					744585.380	9127144.725
	PI56 - PI57	118.5548						56.575	0.987	98.947	65.305			0.000	0.000	98.947	65.305		
PI57			I	21'	04'	10'	21.069					744684.327	9127210.031					744684.327	9127210.030
	PI57 - PI58	88.4018						35.506	0.620	51.343	71.964			0.000	0.000	51.343	71.964		
PI58			I	23'	12'	30'	23.208					744735.670	9127281.995					744735.670	9127281.994
	PI58 - PI59	75.239						12.298	0.215	16.025	73.513			0.000	0.000	16.025	73.513		
PI59			I	33'	30'	14'	33.504					744751.695	9127355.507					744751.695	9127355.507
	PI59 - B	162.1362						-21.206	-0.370	-58.649	151.157			0.000	0.000	-58.649	151.157		
B			----	21'	47'	37'	21.794					744693.046	9127506.664					744693.046	9127506.664
		8349.46																	OK OK

CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE CURVA														
TRAMO 01														
VEL	Curva N°	ANGULO				R (m)	T (m)	LC (m)	C (m)	E (m)	M (m)	P (%)	SA (m)	LT (m)
DISEÑO		GRAD.	MIN.	SEG.	SENT.									
30	PI 1	07°	55°	57°	D	200.0"	13.9	27.7	27.7	0.5	0.5	2.00	0.50	09.0"
30	PI 2	26°	22°	10°	D	200.0"	46.9	92.0	91.2	5.4	5.3	2.00	0.50	09.0"
30	PI 3	07°	26°	23°	I	200.0"	13.0	26.0	26.0	0.4	0.4	2.00	0.50	09.0"
30	PI 4	09°	24°	06°	D	200.0"	16.4	32.8	32.8	0.7	0.7	2.00	0.50	09.0"
30	PI 5	32°	20°	02°	I	211.9"	61.4	119.6	118.0	8.7	8.4	2.00	0.50	09.0"
30	PI 6	24°	46°	41°	D	73.8"	16.2	31.9	31.7	1.8	1.7	2.00	1.10	09.0"
30	PI 7	05°	55°	18°	I	500.0"	25.9	51.7	51.7	0.7	0.7	2.00	0.30	09.0"
30	PI 8	16°	05°	03°	D	80.0"	11.3	22.5	22.4	0.8	0.8	2.00	1.10	09.0"
30	PI 9	27°	48°	38°	I	150.0"	37.1	72.8	72.1	4.5	4.4	2.00	0.70	09.0"
30	PI 10	17°	11°	14°	I	360.0"	54.4	108.0	107.6	4.1	4.0	2.00	0.40	09.0"
30	PI 11	37°	13°	06°	I	40.0"	13.5	26.0	25.5	2.2	2.1	2.00	1.90	09.0"
30	PI 12	79°	12°	41°	D	24.0"	19.9	33.2	30.6	7.2	5.5	12.00	1.45	29.0"
30	PI 13	90°	48°	16°	D	24.0"	24.4	38.1	34.2	10.2	7.2	12.00	1.45	29.0"
30	PI 14	93°	18°	09°	I	30.0"	31.8	48.9	43.6	13.7	9.4	6.62	2.40	18.2"
30	PI 15	23°	33°	41°	I	50.0"	10.4	20.6	20.4	1.1	1.1	2.00	1.50	09.0"
30	PI 16	43°	52°	02°	I	40.0"	16.1	30.6	29.9	3.1	2.9	2.00	1.90	09.0"
30	PI 17	73°	40°	06°	D	21.0"	15.8	27.1	25.2	5.2	4.2	12.00	1.65	29.0"
30	PI 18	84°	11°	15°	D	21.0"	19.0	30.9	28.2	7.3	5.4	12.00	1.65	29.0"
30	PI 19	84°	51°	09°	I	16.1"	14.7	23.8	21.7	5.7	4.2	12.00	2.15	29.0"
30	PI 20	102°	01°	37°	I	16.1"	19.8	28.6	25.0	9.5	6.0	12.00	2.15	29.0"
30	PI 21	97°	32°	48°	D	15.1"	17.2	25.6	22.6	7.8	5.1	12.00	2.30	29.0"
30	PI 22	94°	40°	05°	D	15.1"	16.3	24.9	22.1	7.2	4.9	12.00	2.30	29.0"
30	PI 23	84°	04°	03°	I	17.0"	15.3	24.9	22.7	5.9	4.4	12.00	2.05	29.0"
30	PI 24	71°	07°	40°	I	17.0"	12.1	21.0	19.7	3.9	3.2	12.00	2.05	29.0"
30	PI 25	72°	36°	39°	D	40.0"	29.4	50.7	47.4	9.6	7.8	2.00	1.90	09.0"

30	PI 25	72°	36°	39°	D	40.0"	29.4	50.7	47.4	9.6	7.8	2.00	1.90	09.0"
30	PI 26	39°	41°	45°	I	35.0"	12.6	24.2	23.8	2.2	2.1	3.25	2.10	11.5"
30	PI 27	89°	59°	60°	I	16.0"	16.0	25.2	22.7	6.6	4.7	12.00	2.15	29.0"
30	PI 28	82°	01°	15°	I	16.0"	13.9	22.9	21.0	5.2	3.9	12.00	2.15	29.0"
30	PI 29	77°	55°	06°	D	19.4"	15.7	26.4	24.5	5.6	4.3	12.00	1.80	29.0"
30	PI 30	75°	04°	08°	D	19.4"	14.9	25.5	23.7	5.1	4.0	12.00	1.80	29.0"
30	PI 31	09°	40°	27°	I	80.0"	6.8	13.5	13.5	0.3	0.3	2.00	1.10	09.0"
30	PI 32	13°	12°	23°	D	100.0"	11.6	23.0	23.0	0.7	0.7	2.00	0.90	09.0"
30	PI 33	24°	56°	28°	I	150.0"	33.2	65.3	64.8	3.6	3.5	2.00	0.70	09.0"
30	PI 34	13°	56°	35°	I	100.0"	12.2	24.3	24.3	0.7	0.7	2.00	0.90	09.0"
30	PI 35	80°	52°	16°	D	17.8"	15.2	25.1	23.1	5.6	4.3	12.00	1.95	29.0"
30	PI 36	89°	57°	53°	D	17.8"	17.8	28.0	25.2	7.4	5.2	12.00	1.95	29.0"
30	PI 37	99°	18°	44°	I	16.5"	19.4	28.6	25.2	9.0	5.8	12.00	2.10	29.0"
30	PI 38	83°	00°	45°	I	16.5"	14.6	23.9	21.9	5.5	4.1	12.00	2.10	29.0"
30	PI 39	25°	38°	09°	D	50.0"	11.4	22.4	22.2	1.3	1.2	2.00	1.50	09.0"
30	PI 40	23°	37°	28°	I	100.0"	20.9	41.2	40.9	2.2	2.1	2.00	0.90	09.0"
30	PI 41	95°	29°	23°	D	18.0"	19.8	30.0	26.7	8.8	5.9	12.00	1.90	29.0"
30	PI 42	78°	35°	05°	D	18.0"	14.7	24.7	22.8	5.3	4.1	12.00	1.90	29.0"
30	PI 43	27°	30°	03°	D	50.0"	12.2	24.0	23.8	1.5	1.4	2.00	1.50	09.0"
30	PI 44	19°	33°	51°	I	40.0"	6.9	13.7	13.6	0.6	0.6	2.00	1.90	09.0"
30	PI 45	100°	22°	51°	I	17.3"	20.8	30.3	26.6	9.7	6.2	12.00	2.00	29.0"
30	PI 46	85°	28°	26°	I	17.3"	16.0	25.8	23.5	6.3	4.6	12.00	2.00	29.0"
30	PI 47	38°	45°	50°	D	40.0"	14.1	27.1	26.5	2.4	2.3	2.00	1.90	09.0"
30	PI 48	11°	57°	50°	D	50.0"	5.2	10.4	10.4	0.3	0.3	2.00	1.50	09.0"
30	PI 49	22°	45°	13°	I	40.0"	8.0	15.9	15.8	0.8	0.8	2.00	1.90	09.0"
30	PI 50	79°	39°	55°	D	17.2"	14.4	24.0	22.1	5.2	4.0	12.00	2.00	29.0"
30	PI 51	90°	00°	11°	D	17.2"	17.2	27.1	24.4	7.1	5.1	12.00	2.00	29.0"
30	PI 52	30°	57°	49°	I	30.0"	8.3	16.2	16.0	1.1	1.1	6.62	2.40	18.2"
30	PI 53	77°	10°	37°	D	30.0"	23.9	40.4	37.4	8.4	6.6	6.62	2.40	18.2"
30	PI 54	97°	24°	24°	I	15.1"	17.1	25.6	22.6	7.8	5.1	12.00	2.30	29.0"
30	PI 55	68°	59°	41°	I	15.1"	10.3	18.1	17.0	3.2	2.6	12.00	2.30	29.0"
30	PI 56	17°	10°	08°	D	40.0"	6.0	12.0	11.9	0.5	0.4	2.00	1.90	09.0"
30	PI 57	21°	04°	10°	I	50.0"	9.3	18.4	18.3	0.9	0.8	2.00	1.50	09.0"
30	PI 58	23°	12°	30°	I	40.0"	8.2	16.2	16.1	0.8	0.8	2.00	1.90	09.0"
30	PI 59	33°	30°	14°	I	40.0"	12.0	23.4	23.1	1.8	1.7	2.00	1.90	09.0"

CÁLCULO DE PC Y PT

PRIMER TRAMO

N° CURVA	Lado	T	AZIMUT					Proyecciones		Punto	COORDENADAS	
			Grad.	Min.	Seg.	GRAD	RAD	Este	Norte		ESTE	NORTE
PI 1	A - PI 1	13.87	202°	48'	35.00"	202.810	3.54	-5.37594564	-12.7827526	PC 1	741866.85	9123217.81
										PI 1	741872.23	9123230.60
	PI 1 - PI 2	13.87	30°	44'	33.00"	30.742	0.537	7.08863366	11.9185078	PT 1	741879.31	9123242.52
PI 2	PI 1 - PI 2	46.85	210°	44'	33.00"	210.742	3.678	-23.9504935	-40.2692759	PC 2	742062.15	9123549.93
										PI 2	742086.10	9123590.20
	PI 2 - PI 3	46.85	57°	06'	43.00"	57.112	0.997	39.3443324	25.4413882	PT 2	742125.44	9123615.64
PI 3	PI 2 - PI 3	13	237°	06'	43.00"	237.112	4.138	-10.9191509	-7.06069567	PC 3	742339.23	9123753.88
										PI 3	742350.15	9123760.94
	PI 3 - PI 4	13	49°	40'	20.00"	49.672	0.867	9.9129817	8.41510988	PT 3	742360.06	9123769.36
PI 4	PI 3 - PI 4	16.45	229°	40'	20.00"	229.672	4.009	-12.5375787	-10.6431249	PC 4	742532.66	9123915.88
										PI 4	742545.20	9123926.52
	PI 4 - PI 5	16.45	59°	04'	26.00"	59.074	1.031	14.1077672	8.45209404	PT 4	742559.31	9123934.97
PI 5	PI 4 - PI 5	61.42	239°	04'	26.00"	239.074	4.173	-52.6868443	-31.5651766	PC 5	742710.54	9124025.57
										PI 5	742763.23	9124057.14
	PI 5 - PI 6	61.42	26°	44'	23.00"	26.740	0.467	27.6346896	54.8505959	PT 5	742790.86	9124111.99
PI 6	PI 5 - PI 6	16.21	206°	44'	23.00"	206.740	3.608	-7.29134947	-14.4722039	PC 6	742851.08	9124231.52
										PI 6	742858.37	9124245.99
	PI 6 - PI 7	16.21	51°	31'	04.00"	51.518	0.899	12.6854479	10.0840406	PT 6	742871.06	9124256.07
PI 7	PI 6 - PI 7	25.86	231°	31'	04.00"	231.518	4.041	-20.2442089	-16.0927251	PC 7	743021.90	9124375.98
										PI 7	743042.14	9124392.08
	PI 7 - PI 8	25.86	45°	35'	46.00"	45.596	0.796	18.4759129	18.0954259	PT 7	743060.62	9124410.17
PI 8	PI 7 - PI 8	11.3	225°	35'	46.00"	225.596	3.937	-8.07523469	-7.90893593	PC 8	743170.79	9124518.07
										PI 8	743178.87	9124525.98
	PI 8 - PI 9	11.3	61°	40'	49.00"	61.680	1.077	9.95029092	5.36212583	PT 8	743188.82	9124531.35
PI 9	PI 8 - PI 9	37.14	241°	40'	49.00"	241.680	4.218	-32.6913826	-17.6171037	PC 9	743249.47	9124564.03
										PI 9	743282.16	9124581.65
	PI 9 - PI 10	37.14	33°	52'	10.00"	33.869	0.591	20.6960454	30.8344376	PT 9	743302.86	9124612.48
PI 10	PI 9 - PI 10	54.4	213°	52'	10.00"	213.869	3.733	-30.3193993	-45.1719933	PC 10	743581.04	9125026.94
										PI 10	743611.36	9125072.11
	PI 10 - PI 11	54.4	16°	40'	56.00"	16.682	0.291	15.6173686	52.114036	PT 10	743626.98	9125124.22
PI 11	PI 10 - PI 11	13.47	196°	40'	56.00"	196.682	3.433	-3.86634871	-12.9017276	PC 11	743685.33	9125318.93
										PI 11	743689.19	9125331.83
	PI 11 - PI 12	13.47	-20°	-32'	-10.00"	-20.536	-0.36	-4.72474079	12.6126941	PT 11	743684.47	9125344.45
PI 12	PI 11 - PI 12	19.87	159°	27'	50.00"	159.464	2.783	6.97038792	-18.6074484	PC 12	743666.69	9125391.92
	PI 12 - PI 13	19.87	58°	40'	32.00"	58.675	1.024	16.9738109	10.3302076	PT 12	743676.69	9125420.86

PI 13	PI 12 - PI 13	24.35	238°	40'	32.00"	238.675	4.166	-20.8036723	-12.6610491	PC	13	743676.69	9125420.86
										PI	13	743697.49	9125433.52
	PI 13 - PI 14	24.35	149°	28'	47.00"	149.480	2.609	12.3677316	-20.9793747	PT	13	743709.86	9125412.54
PI 14	PI 13 - PI 14	31.78	329°	28'	47.00"	329.480	5.751	-16.1397017	27.377765	PC	14	743735.06	9125369.79
										PI	14	743751.20	9125342.41
	PI 14 - PI 15	31.78	56°	10'	39.00"	56.177	0.98	26.4025328	17.6900607	PT	14	743777.60	9125360.10
PI 15	PI 14 - PI 15	10.43	236°	10'	39.00"	236.177	4.122	-8.66320225	-5.80446486	PC	15	743906.88	9125446.72
										PI	15	743915.54	9125452.52
	PI 15 - PI 16	10.43	32°	36'	57.00"	32.616	0.569	5.6207365	8.78351904	PT	15	743921.16	9125461.31
PI 16	PI 15 - PI 16	16.11	212°	36'	57.00"	212.616	3.711	-8.68185864	-13.5671314	PC	16	744035.42	9125639.86
										PI	16	744044.10	9125653.43
	PI 16 - PI 17	16.11	-11°	-15'	-05.00"	-11.251	-0.2	-3.14273727	15.7976241	PT	16	744040.96	9125669.22
PI 17	PI 16 - PI 17	15.77	168°	44'	55.00"	168.749	2.945	3.07606344	-15.4624742	PC	17	744019.31	9125778.06
										PI	17	744016.23	9125793.52
	PI 17 - PI 18	15.77	62°	25'	01.00"	62.417	1.089	13.9735733	7.29996732	PT	17	744030.21	9125800.82
PI 18	PI 17 - PI 18	19.01	242°	25'	01.00"	242.417	4.231	-16.8529863	-8.80420822	PC	18	744030.21	9125800.82
										PI	18	744047.06	9125809.62
	PI 18 - PI 19	19.01	146°	36'	15.00"	146.604	2.559	10.4657216	-15.8746937	PT	18	744057.52	9125793.75
PI 19	PI 18 - PI 19	14.67	326°	36'	15.00"	326.604	5.7	-8.0756703	12.2493983	PC	19	744102.39	9125725.70
										PI	19	744110.47	9125713.45
	PI 19 - PI 20	14.67	61°	45'	07.00"	61.752	1.078	12.9245512	6.94407553	PT	19	744123.39	9125720.39
PI 20	PI 19 - PI 20	19.83	241°	45'	07.00"	241.752	4.219	-17.4713377	-9.38696334	PC	20	744123.39	9125720.39
										PI	20	744140.86	9125729.78
	PI 20 - PI 21	19.83	-40°	-16'	-31.00"	-40.275	-0.7	-12.8214756	15.1318368	PT	20	744128.04	9125744.91
PI 21	PI 20 - PI 21	17.18	139°	43'	29.00"	139.725	2.439	11.106827	-13.1082177	PC	21	744065.47	9125818.75
										PI	21	744054.37	9125831.86
	PI 21 - PI 22	17.18	57°	16'	17.00"	57.271	1	14.4533559	9.28910557	PT	21	744068.82	9125841.15
PI 22	PI 21 - PI 22	16.33	237°	16'	17.00"	237.271	4.141	-13.7411352	-8.8313646	PC	22	744068.82	9125841.15
										PI	22	744082.56	9125849.98
	PI 22 - PI 23	16.33	151°	56'	21.00"	151.939	2.652	7.68380098	-14.4142637	PT	22	744090.24	9125835.57
PI 23	PI 22 - PI 23	15.28	331°	56'	21.00"	331.939	5.793	-7.18819992	13.4845514	PC	23	744110.52	9125797.52
										PI	23	744117.71	9125784.04
	PI 23 - PI 24	15.28	67°	52'	19.00"	67.872	1.185	14.1552902	5.75596247	PT	23	744131.87	9125789.80
PI 24	PI 23 - PI 24	12.12	247°	52'	19.00"	247.872	4.326	-11.226888	-4.56518694	PC	24	744131.87	9125789.80
										PI	24	744143.09	9125794.36
	PI 24 - PI 25	12.12	-03°	-15'	-21.00"	-3.256	-0.06	-0.68833522	12.1000058	PT	24	744142.41	9125806.46
PI 25	PI 24 - PI 25	29.39	176°	44'	39.00"	176.744	3.085	1.66914701	-29.3413559	PC	25	744134.88	9125938.71
										PI	25	744133.21	9125968.05
	PI 25 - PI 26	29.39	69°	21'	18.00"	69.355	1.21	27.5015387	10.3617849	PT	25	744160.72	9125978.41
PI 26	PI 25 - PI 26	12.63	249°	21'	18.00"	249.355	4.352	-11.8225149	-4.45438191	PC	26	744241.84	9126008.97
										PI	26	744253.66	9126013.43
	PI 26 - PI 27	12.63	29°	39'	33.00"	29.659	0.518	6.25173757	10.9785771	PT	26	744259.91	9126024.41
PI 27	PI 26 - PI 27	16.02	209°	39'	33.00"	209.659	3.659	-7.92635444	-13.9193452	PC	27	744291.34	9126079.59
										PI	27	744299.26	9126093.51
	PI 27 - PI 28	16.02	-60°	-20'	-26.00"	-60.341	-1.05	-13.9193288	7.92638316	PT	27	744285.34	9126101.44
PI 28	PI 27 - PI 28	13.93	119°	39'	34.00"	119.659	2.088	12.1043767	-6.89285591	PC	28	744285.34	9126101.44
										PI	28	744273.24	9126108.33
	PI 28 - PI 29	13.93	-142°	-21'	-41.00"	-142.362	-2.48	-8.5063503	-11.0303855	PT	28	744264.73	9126097.30
PI 29	PI 28 - PI 29	15.72	37°	38'	19.00"	37.638	0.657	9.60235489	12.4516005	PC	29	744225.37	9126046.26
										PI	29	744215.77	9126033.81
	PI 29 - PI 30	15.72	-64°	-26'	-36.00"	-64.443	-1.12	-14.1856362	6.78345777	PT	29	744201.58	9126040.59
PI 30	PI 29 - PI 30	14.94	115°	33'	24.00"	115.557	2.017	13.478248	-6.44519039	PC	30	744201.58	9126040.59
										PI	30	744188.10	9126047.03
	PI 30 - PI 31	14.94	10°	37'	32.00"	10.626	0.185	2.75478552	14.6838281	PT	30	744190.86	9126061.72

PI 31	PI 30 - PI 31	6.77	190°	37'	32.00"	190.626	3.327	-1.24832153	-6.65392591	PC	31	744213.91	9126184.57
										PI	31	744215.15	9126191.22
	PI 31 - PI 32	6.77	00°	57'	05.00"	0.951	0.017	0.11239822	6.76907699	PT	31	744215.27	9126197.99
PI 32	PI 31 - PI 32	11.58	180°	57'	05.00"	180.951	3.158	-0.19218932	-11.5744212	PC	32	744217.30	9126320.74
										PI	32	744217.50	9126332.31
	PI 32 - PI 33	11.58	14°	09'	28.00"	14.158	0.247	2.831386	11.2244116	PT	32	744220.33	9126343.54
PI 33	PI 32 - PI 33	33.17	194°	09'	28.00"	194.158	3.389	-8.1138498	-32.1655859	PC	33	744243.35	9126434.80
										PI	33	744251.46	9126466.97
	PI 33 - PI 34	33.17	-10°	-47'	00.00"	-10.783	-0.19	-6.20656204	32.5873912	PT	33	744245.26	9126499.56
PI 34	PI 33 - PI 34	12.23	169°	12'	60.00"	169.217	2.953	2.28781622	-12.012119	PC	34	744202.36	9126724.80
										PI	34	744200.07	9126736.81
	PI 34 - PI 35	12.23	-24°	-43'	-35.00"	-24.726	-0.43	-5.11482304	11.1069209	PT	34	744194.96	9126747.92
PI 35	PI 34 - PI 35	15.18	155°	16'	25.00"	155.274	2.71	6.3495775	-13.7882102	PC	35	744157.54	9126829.17
										PI	35	744151.19	9126842.96
	PI 35 - PI 36	15.18	56°	08'	41.00"	56.145	0.98	12.6061745	8.45672737	PT	35	744163.80	9126851.42
PI 36	PI 35 - PI 36	17.8	236°	08'	41.00"	236.145	4.122	-14.7845094	-9.91804172	PC	36	744163.79	9126851.42
										PI	36	744178.58	9126861.33
	PI 36 - PI 37	17.8	146°	06'	34.00"	146.110	2.55	9.92711461	-14.7784189	PT	36	744188.51	9126846.56
PI 37	PI 36 - PI 37	19.44	326°	06'	34.00"	326.110	5.692	-10.8399438	16.1373406	PC	37	744322.47	9126647.12
										PI	37	744333.31	9126630.98
	PI 37 - PI 38	19.44	46°	47'	50.00"	46.797	0.817	14.1705834	13.3083699	PT	37	744347.49	9126644.29
PI 38	PI 37 - PI 38	14.61	226°	47'	50.00"	226.797	3.958	-10.6510257	-10.0029607	PC	38	744347.49	9126644.29
										PI	38	744358.14	9126654.29
	PI 38 - PI 39	14.61	-36°	-12'	-55.00"	-36.215	-0.63	-8.63291186	11.7888253	PT	38	744349.50	9126666.08
PI 39	PI 38 - PI 39	11.38	143°	47'	05.00"	143.785	2.51	6.72122473	-9.17828718	PC	39	744322.82	9126702.51
										PI	39	744316.10	9126711.69
	PI 39 - PI 40	11.38	-10°	-34'	-46.00"	-10.579	-0.18	-2.08864304	11.1827272	PT	39	744314.01	9126722.87
PI 40	PI 39 - PI 40	20.91	169°	25'	14.00"	169.421	2.957	3.83968373	-20.55791	PC	40	744257.55	9127025.22
										PI	40	744253.71	9127045.77
	PI 40 - PI 41	20.91	-34°	-12'	-14.00"	-34.204	-0.6	-11.7562828	17.2962612	PT	40	744241.95	9127063.07
PI 41	PI 40 - PI 41	19.83	145°	47'	46.00"	145.796	2.545	11.1475157	-16.4006213	PC	41	744204.17	9127118.65
										PI	41	744193.02	9127135.05
	PI 41 - PI 42	19.83	61°	17'	08.00"	61.286	1.07	17.3918367	9.52740799	PT	41	744210.41	9127144.58
PI 42	PI 41 - PI 42	14.74	241°	17'	08.00"	241.286	4.211	-12.9290166	-7.08263412	PC	42	744210.42	9127144.58
										PI	42	744223.34	9127151.66
	PI 42 - PI 43	14.74	139°	52'	13.00"	139.870	2.441	9.50144497	-11.271456	PT	42	744232.85	9127140.39
PI 43	PI 42 - PI 43	12.24	319°	52'	13.00"	319.870	5.583	-7.88589074	9.35494237	PC	43	744285.10	9127078.41
										PI	43	744292.98	9127069.05
	PI 43 - PI 44	12.24	167°	22'	16.00"	167.371	2.921	2.67507498	-11.9392711	PT	43	744295.66	9127057.11
PI 44	PI 43 - PI 44	6.896	347°	22'	16.00"	347.371	6.063	-1.50778099	6.72945843	PC	44	744311.77	9126985.22
										PI	44	744313.28	9126978.49
	PI 44 - PI 45	6.896	147°	48'	25.00"	147.807	2.58	3.67417036	-5.83605059	PT	44	744316.95	9126972.65
PI 45	PI 44 - PI 45	20.76	327°	48'	25.00"	327.807	5.721	-11.0581855	17.5648169	PC	45	744361.36	9126902.11
										PI	45	744372.41	9126884.55
	PI 45 - PI 46	20.76	47°	25'	34.00"	47.426	0.828	15.284718	14.0422098	PT	45	744387.70	9126898.59
PI 46	PI 45 - PI 46	15.98	227°	25'	34.00"	227.426	3.969	-11.7704902	-10.8136567	PC	46	744387.70	9126898.59
										PI	46	744399.47	9126909.41
	PI 46 - PI 47	15.98	-38°	-02'	-52.00"	-38.048	-0.66	-9.85108996	12.5871219	PT	46	744389.62	9126921.99
PI 47	PI 46 - PI 47	14.07	141°	57'	08.00"	141.952	2.478	8.67287562	-11.0816714	PC	47	744362.63	9126956.48
										PI	47	744353.96	9126967.56
	PI 47 - PI 48	14.07	00°	42'	57.00"	0.716	0.012	0.17583537	14.070938	PT	47	744354.13	9126981.63
PI 48	PI 47 - PI 48	5.239	180°	42'	57.00"	180.716	3.154	-0.06546688	-5.23888022	PC	48	744355.02	9127052.75
										PI	48	744355.09	9127057.99
	PI 48 - PI 49	5.239	12°	40'	47.00"	12.680	0.221	1.15004088	5.11151228	PT	48	744356.24	9127063.10

PI 49	PI 48 - PI49	8.049	192°	40'	47.00"	192.680	3.363	-1.76668007	-7.85224856	PC	49	744380.98	9127173.06
										PI	49	744382.75	9127180.91
	PI 49 - PI50	8.049	-10°	-04'	-25.00"	-10.074	-0.18	-1.40780572	7.9244589	PT	49	744381.34	9127188.84
PI 50	PI 49 - PI50	14.39	169°	55'	35.00"	169.926	2.966	2.51652302	-14.165366	PC	50	744370.64	9127249.08
										PI	50	744368.12	9127263.24
	PI 50 - PI51	14.39	69°	35'	30.00"	69.592	1.215	13.4841001	5.01692396	PT	50	744381.60	9127268.26
PI 51	PI 50 - PI51	17.25	249°	35'	30.00"	249.592	4.356	-16.1662492	-6.01485025	PC	51	744381.60	9127268.26
										PI	51	744397.77	9127274.28
	PI 51 - PI52	17.25	159°	35'	41.00"	159.595	2.785	6.01396635	-16.166578	PT	51	744403.78	9127258.11
PI 52	PI 51 - PI52	8.309	339°	35'	41.00"	339.595	5.927	-2.89716522	7.78807942	PC	52	744420.05	9127214.39
										PI	52	744422.95	9127206.60
	PI 52 - PI53	8.309	128°	37'	52.00"	128.631	2.245	6.49122556	-5.18765245	PT	52	744429.44	9127201.41
PI 53	PI 52 - PI53	23.94	308°	37'	52.00"	308.631	5.387	-18.7005334	14.9450773	PC	53	744497.61	9127146.93
										PI	53	744516.31	9127131.99
	PI 53 - PI54	23.94	205°	48'	29.00"	205.808	3.592	-10.4219165	-21.5510775	PT	53	744505.89	9127110.43
PI 54	PI 53 - PI54	17.13	25°	48'	29.00"	25.808	0.45	7.45950749	15.4252267	PC	54	744487.43	9127072.26
										PI	54	744479.97	9127056.84
	PI 54 - PI55	17.13	108°	24'	05.00"	108.401	1.892	16.258142	-5.40876026	PT	54	744496.23	9127051.43
PI 55	PI 54 - PI55	10.34	288°	24'	05.00"	288.401	5.034	-9.81439153	3.26505272	PC	55	744496.23	9127051.43
										PI	55	744506.04	9127048.16
	PI 55 - PI56	10.34	39°	24'	23.00"	39.407	0.688	6.56608429	7.99183254	PT	55	744512.61	9127056.15
PI 56	PI 55 - PI56	6.038	219°	24'	23.00"	219.407	3.829	-3.83320642	-4.66554226	PC	56	744581.55	9127140.06
										PI	56	744585.38	9127144.73
	PI 56 - PI57	6.038	56°	34'	31.00"	56.575	0.987	5.03960424	3.32613066	PT	56	744590.42	9127148.05
PI 57	PI 56 - PI57	9.298	236°	34'	31.00"	236.575	4.129	-7.76041084	-5.12185862	PC	57	744676.57	9127204.91
										PI	57	744684.33	9127210.03
	PI 57 - PI58	9.298	35°	30'	21.00"	35.506	0.62	5.40030194	7.56928999	PT	57	744689.73	9127217.60
PI 58	PI 57 - PI58	8.214	215°	30'	21.00"	215.506	3.761	-4.77048124	-6.68650685	PC	58	744730.90	9127275.31
										PI	58	744735.67	9127281.99
	PI 58 - PI59	8.214	12°	17'	52.00"	12.298	0.215	1.74946723	8.02534918	PT	58	744737.42	9127290.02
PI 59	PI 58 - PI59	12.04	192°	17'	52.00"	192.298	3.356	-2.56443705	-11.7638687	PC	59	744749.13	9127343.74
										PI	59	744751.70	9127355.51
	PI59 - B	12.04	-21°	-12'	-23.00"	-21.206	-0.37	-4.35524123	11.2248304	PT	59	744747.34	9127366.73

COORDENADAS					
PC		PI		PT	
ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
741866.85	9123217.81	741872.23	9123230.60	741879.31	9123242.52
742062.15	9123549.93	742086.10	9123590.20	742125.44	9123615.64
742339.23	9123753.88	742350.15	9123760.94	742360.06	9123769.36
742532.66	9123915.88	742545.20	9123926.52	742559.31	9123934.97
742710.54	9124025.57	742763.23	9124057.14	742790.86	9124111.99
742851.08	9124231.52	742858.37	9124245.99	742871.06	9124256.07
743021.90	9124375.98	743042.14	9124392.08	743060.62	9124410.17
743170.79	9124518.07	743178.87	9124525.98	743188.82	9124531.35
743249.47	9124564.03	743282.16	9124581.65	743302.86	9124612.48
743581.04	9125026.94	743611.36	9125072.11	743626.98	9125124.22
743685.33	9125318.93	743689.19	9125331.83	743684.47	9125344.45
743666.69	9125391.92	743659.72	9125410.53	743676.69	9125420.86
743676.69	9125420.86	743697.49	9125433.52	743709.86	9125412.54
743735.06	9125369.79	743751.20	9125342.41	743777.60	9125360.10
743906.88	9125446.72	743915.54	9125452.52	743921.16	9125461.31
744035.42	9125639.86	744044.10	9125653.43	744040.96	9125669.22
744019.31	9125778.06	744016.23	9125793.52	744030.21	9125800.82
744030.21	9125800.82	744047.06	9125809.62	744057.52	9125793.75
744102.39	9125725.70	744110.47	9125713.45	744123.39	9125720.39
744123.39	9125720.39	744140.86	9125729.78	744128.04	9125744.91
744065.47	9125818.75	744054.37	9125831.86	744068.82	9125841.15
744068.82	9125841.15	744082.56	9125849.98	744090.24	9125835.57
744110.52	9125797.52	744117.71	9125784.04	744131.87	9125789.80
744131.87	9125789.80	744143.09	9125794.36	744142.41	9125806.46
744134.88	9125938.71	744133.21	9125968.05	744160.72	9125978.41
744241.84	9126008.97	744253.66	9126013.43	744259.91	9126024.41
744291.34	9126079.59	744299.26	9126093.51	744285.34	9126101.44
744285.34	9126101.44	744273.24	9126108.33	744264.73	9126097.30
744225.37	9126046.26	744215.77	9126033.81	744201.58	9126040.59
744201.58	9126040.59	744188.10	9126047.03	744190.86	9126061.72

744213.91	9126184.57	744215.15	9126191.22	744215.27	9126197.99
744217.30	9126320.74	744217.50	9126332.31	744220.33	9126343.54
744243.35	9126434.80	744251.46	9126466.97	744245.26	9126499.56
744202.36	9126724.80	744200.07	9126736.81	744194.96	9126747.92
744157.54	9126829.17	744151.19	9126842.96	744163.80	9126851.42
744163.79	9126851.42	744178.58	9126861.33	744188.51	9126846.56
744322.47	9126647.12	744333.31	9126630.98	744347.49	9126644.29
744347.49	9126644.29	744358.14	9126654.29	744349.50	9126666.08
744322.82	9126702.51	744316.10	9126711.69	744314.01	9126722.87
744257.55	9127025.22	744253.71	9127045.77	744241.95	9127063.07
744204.17	9127118.65	744193.02	9127135.05	744210.41	9127144.58
744210.42	9127144.58	744223.34	9127151.66	744232.85	9127140.39
744285.10	9127078.41	744292.98	9127069.05	744295.66	9127057.11
744311.77	9126985.22	744313.28	9126978.49	744316.95	9126972.65
744361.36	9126902.11	744372.41	9126884.55	744387.70	9126898.59
744387.70	9126898.59	744399.47	9126909.41	744389.62	9126921.99
744362.63	9126956.48	744353.96	9126967.56	744354.13	9126981.63
744355.02	9127052.75	744355.09	9127057.99	744356.24	9127063.10
744380.98	9127173.06	744382.75	9127180.91	744381.34	9127188.84
744370.64	9127249.08	744368.12	9127263.24	744381.60	9127268.26
744381.60	9127268.26	744397.77	9127274.28	744403.78	9127258.11
744420.05	9127214.39	744422.95	9127206.60	744429.44	9127201.41
744497.61	9127146.93	744516.31	9127131.99	744505.89	9127110.43
744487.43	9127072.26	744479.97	9127056.84	744496.23	9127051.43
744496.23	9127051.43	744506.04	9127048.16	744512.61	9127056.15
744581.55	9127140.06	744585.38	9127144.73	744590.42	9127148.05
744676.57	9127204.91	744684.33	9127210.03	744689.73	9127217.60
744730.90	9127275.31	744735.67	9127281.99	744737.42	9127290.02
744749.13	9127343.74	744751.70	9127355.51	744747.34	9127366.73

PROGRESIVA DE PC Y PT

PRIMER TRAMO

PI S	DISTANCIA		PROGRESIVA			
	Elementos	Dist.				
A		0	km. 00+000.00	Km 00	+	00 + 00.00
	A - PI 1	330.749				
PI 1		330.749	km. 00+330.75	Km 00	+	32 + 10.75
	Tan 1	13.86721154				
PC 1		316.8817885	km. 00+316.88	Km 00	+	30 + 16.88
	LC 1	27.69010654				
PT 1		344.571895	km. 00+344.57	Km 00	+	34 + 04.57
	PI 1 - PI 2	418.3951				
	Tan 1	13.86721154				
PI 2		749.0997835	km. 00+749.10	Km 00	+	74 + 09.10
	Tan 2	46.85339608				
PC 2		702.2463874	km. 00+702.25	Km 00	+	70 + 02.25
	LC 2	92.04687598				
PT 2		794.2932633	km. 00+794.29	Km 00	+	78 + 14.29
	PI 2 - PI 3	314.4472				
	Tan 2	46.85339608				
PI 3		1061.887067	km. 01+061.89	Km 01	+	06 + 01.89
	Tan 3	13.0031258				
PC 3		1048.883941	km. 01+048.88	Km 01	+	04 + 08.88
	LC 3	25.96970117				
PT 3		1074.853643	km. 01+074.85	Km 01	+	06 + 14.85
	PI 4 - PI 5	255.8516				
	Tan 3	13.0031258				
PI 4		1317.702117	km. 01+317.70	Km 01	+	30 + 17.70
	Tan 4	16.4458806				
PC 4		1301.256236	km. 01+301.26	Km 01	+	30 + 01.26
	LC 4	32.81792606				
PT 4		1334.074162	km. 01+334.07	Km 01	+	32 + 14.07
	PI 4 - PI 5	254.1596				
	Tan 4	16.4458806				
PI 5		1571.787882	km. 01+571.79	Km 01	+	56 + 11.79
	Tan 5	61.41875888				
PC 5		1510.369123	km. 01+510.37	Km 01	+	50 + 10.37
	LC 5	119.5600341				
PT 5		1629.929157	km. 01+629.93	Km 01	+	62 + 09.93
	PI 5 - PI 6	211.4644				
	Tan 5	61.41875888				

PI 6		1779.974798	km. 01+779.97	Km 01 + 76 + 19.97
	Tan 6	16.20519865		
PC 6		1763.769599	km. 01+763.77	Km 01 + 76 + 03.77
	LC 6	31.90370072		
PT 6		1795.6733	km. 01+795.67	Km 01 + 78 + 15.67
	PI 6 - PI 7	234.7615		
	Tan 6	16.20519865		
PI 7		2014.229601	km. 02+014.23	Km 02 + 00 + 14.23
	Tan 7	25.86124116		
PC 7		1988.36836	km. 01+988.37	Km 01 + 98 + 08.37
	LC 7	51.67643329		
PT 7		2040.044794	km. 02+040.04	Km 02 + 04 + 00.04
	PI 7 - PI 8	191.3758		
	Tan 7	25.86124116		
PI 8		2205.559352	km. 02+205.56	Km 02 + 20 + 05.56
	Tan 8	11.30312712		
PC 8		2194.256225	km. 02+194.26	Km 02 + 18 + 14.26
	LC 8	22.45760411		
PT 8		2216.713829	km. 02+216.71	Km 02 + 20 + 16.71
	PI 8 - PI 9	117.3411		
	Tan 8	11.30312712		
PI 9		2322.751802	km. 02+322.75	Km 02 + 32 + 02.75
	Tan 9	37.13608542		
PC 9		2285.615717	km. 02+285.62	Km 02 + 28 + 05.62
	LC 9	72.80819318		
PT 9		2358.42391	km. 02+358.42	Km 02 + 34 + 18.42
	PI 9 - PI 10	590.6944		
	Tan 9	37.13608542		
PI 10		2911.982225	km. 02+911.98	Km 02 + 90 + 11.98
	Tan 10	54.40381379		
PC 10		2857.578411	km. 02+857.58	Km 02 + 84 + 17.58
	LC 10	107.9904878		
PT 10		2965.568899	km. 02+965.57	Km 02 + 96 + 05.57
	PI 10 - PI 11	271.1388		
	Tan 10	54.40381379		
PI 11		3182.303885	km. 03+182.30	Km 03 + 18 + 02.30
	Tan 11	13.46860156		
PC 11		3168.835283	km. 03+168.84	Km 03 + 16 + 08.84
	LC 11	25.98327964		
PT 11		3194.818563	km. 03+194.82	Km 03 + 18 + 14.82
	PI 11 - PI 12	84.0303		
	Tan 11	13.46860156		

PI 12		3265.380261	km. 03+265.38	Km 03 + 26 + 05.38
	Tan 12	19.87016469		
PC 12		3245.510097	km. 03+245.51	Km 03 + 24 + 05.51
	LC 12	33.19938646		
PT 12		3278.709483	km. 03+278.71	Km 03 + 26 + 18.71
	PI 12 - PI 13	44.2239		
	Tan 12	19.87016469		
PI 13		3303.063219	km. 03+303.06	Km 03 + 30 + 03.06
	Tan 13	24.35354072		
PC 13		3278.709678	km. 03+278.71	Km 03 + 26 + 18.71
	LC 13	38.05825459		
PT 13		3316.767932	km. 03+316.77	Km 03 + 30 + 16.77
	PI 13 - PI 14	105.7549		
	Tan 13	24.35354072		
PI 14		3398.169292	km. 03+398.17	Km 03 + 38 + 18.17
	Tan 14	31.78100039		
PC 14		3366.388291	km. 03+366.39	Km 03 + 36 + 06.39
	LC 14	48.85306926		
PT 14		3415.241361	km. 03+415.24	Km 03 + 40 + 15.24
	PI 14 - PI 15	197.8157		
	Tan 14	31.78100039		
PI 15		3581.27606	km. 03+581.28	Km 03 + 58 + 01.28
	Tan 15	10.42798569		
PC 15		3570.848074	km. 03+570.85	Km 03 + 56 + 10.85
	LC 15	20.5612343		
PT 15		3591.409309	km. 03+591.41	Km 03 + 58 + 11.41
	PI 15 - PI 16	238.5172		
	Tan 15	10.42798569		
PI 16		3819.498523	km. 03+819.50	Km 03 + 80 + 19.50
	Tan 16	16.10719478		
PC 16		3803.391328	km. 03+803.39	Km 03 + 80 + 03.39
	LC 16	30.6251578		
PT 16		3834.016486	km. 03+834.02	Km 03 + 82 + 14.02
	PI 16 - PI 17	142.8387		
	Tan 16	16.10719478		
PI 17		3960.747991	km. 03+960.75	Km 03 + 96 + 00.75
	Tan 17	15.76547729		
PC 17		3944.982514	km. 03+944.98	Km 03 + 94 + 04.98
	LC 17	27.0625413		
PT 17		3972.045055	km. 03+972.05	Km 03 + 96 + 12.05
	PI 17 - PI 18	34.7802		
	Tan 17	15.76547729		

PI 18		3991.059778	km. 03+991.06	Km 03 + 98 + 11.06
	Tan 18	19.01413236		
PC 18		3972.045646	km. 03+972.05	Km 03 + 96 + 12.05
	LC 18	30.92683161		
PT 18		4002.972477	km. 04+002.97	Km 04 + 00 + 02.97
	PI 18 - PI 19	115.1961		
	Tan 18	19.01413236		
PI 19		4099.154445	km. 04+099.15	Km 04 + 08 + 19.15
	Tan 19	14.671885		
PC 19		4084.48256	km. 04+084.48	Km 04 + 08 + 04.48
	LC 19	23.77376677		
PT 19		4108.256327	km. 04+108.26	Km 04 + 10 + 08.26
	PI 19 - PI 20	34.5052		
	Tan 19	14.671885		
PI 20		4128.089642	km. 04+128.09	Km 04 + 12 + 08.09
	Tan 20	19.83337393		
PC 20		4108.256268	km. 04+108.26	Km 04 + 10 + 08.26
	LC 20	28.58570387		
PT 20		4136.841972	km. 04+136.84	Km 04 + 12 + 16.84
	PI 20 - PI 21	133.7988		
	Tan 20	19.83337393		
PI 21		4250.807398	km. 04+250.81	Km 04 + 24 + 10.81
	Tan 21	17.18100631		
PC 21		4233.626391	km. 04+233.63	Km 04 + 22 + 13.63
	LC 21	25.63126051		
PT 21		4259.257652	km. 04+259.26	Km 04 + 24 + 19.26
	PI 21 - PI 22	33.5147		
	Tan 21	17.18100631		
PI 22		4275.591346	km. 04+275.59	Km 04 + 26 + 15.59
	Tan 22	16.33437468		
PC 22		4259.256971	km. 04+259.26	Km 04 + 24 + 19.26
	LC 22	24.87488946		
PT 22		4284.13186	km. 04+284.13	Km 04 + 28 + 04.13
	PI 22 - PI 23	74.7256		
	Tan 22	16.33437468		
PI 23		4342.523086	km. 04+342.52	Km 04 + 34 + 02.52
	Tan 23	15.28081625		
PC 23		4327.242269	km. 04+327.24	Km 04 + 32 + 07.24
	LC 23	24.87140923		
PT 23		4352.113679	km. 04+352.11	Km 04 + 34 + 12.11
	PI 23 - PI 24	27.4016		
	Tan 23	15.28081625		

PI 24		4364.234462	km. 04+364.23	Km 04 + 36 + 04.23
	Tan 24	12.11956872		
PC 24		4352.114894	km. 04+352.11	Km 04 + 34 + 12.11
	LC 24	21.04320294		
PT 24		4373.158097	km. 04+373.16	Km 04 + 36 + 13.16
	PI 24 - PI 25	173.9676		
	Tan 24	12.11956872		
PI 25		4535.006128	km. 04+535.01	Km 04 + 52 + 15.01
	Tan 25	29.38879409		
PC 25		4505.617334	km. 04+505.62	Km 04 + 50 + 05.62
	LC 25	50.69199016		
PT 25		4556.309324	km. 04+556.31	Km 04 + 54 + 16.31
	PI 25 - PI 26	128.7101		
	Tan 25	29.38879409		
PI 26		4655.63063	km. 04+655.63	Km 04 + 64 + 15.63
	Tan 26	12.63381881		
PC 26		4642.996811	km. 04+643.00	Km 04 + 64 + 03.00
	LC 26	24.24874969		
PT 26		4667.245561	km. 04+667.25	Km 04 + 66 + 07.25
	PI 26 - PI 27	92.1574		
	Tan 26	12.63381881		
PI 27		4746.769142	km. 04+746.77	Km 04 + 74 + 06.77
	Tan 27	16.01796695		
PC 27		4730.751175	km. 04+730.75	Km 04 + 72 + 10.75
	LC 27	25.16098251		
PT 27		4755.912158	km. 04+755.91	Km 04 + 74 + 15.91
	PI 27 - PI 28	29.9465		
	Tan 27	16.01796695		
PI 28		4769.840691	km. 04+769.84	Km 04 + 76 + 09.84
	Tan 28	13.92937181		
PC 28		4755.911319	km. 04+755.91	Km 04 + 74 + 15.91
	LC 28	22.93033168		
PT 28		4778.84165	km. 04+778.84	Km 04 + 76 + 18.84
	PI 28 - PI 29	94.1102		
	Tan 28	13.92937181		
PI 29		4859.022479	km. 04+859.02	Km 04 + 84 + 19.02
	Tan 29	15.72410808		
PC 29		4843.298371	km. 04+843.30	Km 04 + 84 + 03.30
	LC 29	26.44520437		
PT 29		4869.743575	km. 04+869.74	Km 04 + 86 + 09.74
	PI 29 - PI 30	30.6642		
	Tan 29	15.72410808		

PI 30		4884.683667	km. 04+884.68	Km 04 + 88 + 04.68
	Tan 30	14.94000166		
PC 30		4869.743665	km. 04+869.74	Km 04 + 86 + 09.74
	LC 30	25.47810871		
PT 30		4895.221774	km. 04+895.22	Km 04 + 88 + 15.22
	PI 30 - PI 31	146.7026		
	Tan 30	14.94000166		
PI 31		5026.984372	km. 05+026.98	Km 05 + 02 + 06.98
	Tan 31	6.77001009		
PC 31		5020.214362	km. 05+020.21	Km 05 + 02 + 00.21
	LC 31	13.50783647		
PT 31		5033.722199	km. 05+033.72	Km 05 + 02 + 13.72
	PI 31 - PI 32	141.1096		
	Tan 31	6.77001009		
PI 32		5168.061789	km. 05+168.06	Km 05 + 16 + 08.06
	Tan 32	11.57601667		
PC 32		5156.485772	km. 05+156.49	Km 05 + 14 + 16.49
	LC 32	23.04944133		
PT 32		5179.535213	km. 05+179.54	Km 05 + 16 + 19.54
	PI 32 - PI 33	138.8761		
	Tan 32	11.57601667		
PI 33		5306.835297	km. 05+306.84	Km 05 + 30 + 06.84
	Tan 33	33.17317403		
PC 33		5273.662123	km. 05+273.66	Km 05 + 26 + 13.66
	LC 33	65.29537004		
PT 33		5338.957493	km. 05+338.96	Km 05 + 32 + 18.96
	PI 33 - PI 34	274.6934		
	Tan 33	33.17317403		
PI 34		5580.477719	km. 05+580.48	Km 05 + 58 + 00.48
	Tan 34	12.22804591		
PC 34		5568.249673	km. 05+568.25	Km 05 + 56 + 08.25
	LC 34	24.33528051		
PT 34		5592.584953	km. 05+592.58	Km 05 + 58 + 12.58
	PI 34 - PI 35	116.8619		
	Tan 34	12.22804591		
PI 35		5697.218807	km. 05+697.22	Km 05 + 68 + 17.22
	Tan 35	15.17998269		
PC 35		5682.038825	km. 05+682.04	Km 05 + 68 + 02.04
	LC 35	25.14388583		
PT 35		5707.18271	km. 05+707.18	Km 05 + 70 + 07.18
	PI 35 - PI 36	32.9826		
	Tan 35	15.17998269		

PI 36		5724.985328	km. 05+724.99	Km 05 + 72 + 04.99
	Tan 36	17.8030691		
PC 36		5707.182259	km. 05+707.18	Km 05 + 70 + 07.18
	LC 36	27.97123151		
PT 36		5735.15349	km. 05+735.15	Km 05 + 72 + 15.15
	PI 36- PI 37	277.4984		
	Tan 36	17.8030691		
PI 37		5994.848821	km. 05+994.85	Km 05 + 98 + 14.85
	Tan 37	19.44011686		
PC 37		5975.408704	km. 05+975.41	Km 05 + 96 + 15.41
	LC 37	28.62070212		
PT 37		6004.029406	km. 06+004.03	Km 06 + 00 + 04.03
	PI 37 - PI 38	34.0522		
	Tan 37	19.44011686		
PI 38		6018.641489	km. 06+018.64	Km 06 + 00 + 18.64
	Tan 38	14.61176135		
PC 38		6004.029728	km. 06+004.03	Km 06 + 00 + 04.03
	LC 38	23.9232323		
PT 38		6027.95296	km. 06+027.95	Km 06 + 02 + 07.95
	PI 38 - PI 39	71.1432		
	Tan 38	14.61176135		
PI 39		6084.484399	km. 06+084.48	Km 06 + 08 + 04.48
	Tan 39	11.37610731		
PC 39		6073.108292	km. 06+073.11	Km 06 + 06 + 13.11
	LC 39	22.37137568		
PT 39		6095.479667	km. 06+095.48	Km 06 + 08 + 15.48
	PI 39 - PI 40	339.8591		
	Tan 39	11.37610731		
PI 40		6423.96266	km. 06+423.96	Km 06 + 42 + 03.96
	Tan 40	20.91341282		
PC 40		6403.049247	km. 06+403.05	Km 06 + 40 + 03.05
	LC 40	41.23255006		
PT 40		6444.281797	km. 06+444.28	Km 06 + 44 + 04.28
	PI 40 - PI 41	107.95		
	Tan 40	20.91341282		
PI 41		6531.318384	km. 06+531.32	Km 06 + 52 + 11.32
	Tan 41	19.83046865		
PC 41		6511.487916	km. 06+511.49	Km 06 + 50 + 11.49
	LC 41	30.0256227		
PT 41		6541.513539	km. 06+541.51	Km 06 + 54 + 01.51
	PI 41 - PI 42	34.574		
	Tan 41	19.83046865		

PI 42		6556.25707	km. 06+556.26	Km 06 + 54 + 16.26
	Tan 42	14.74188509		
PC 42		6541.515185	km. 06+541.52	Km 06 + 54 + 01.52
	LC 42	24.7100284		
PT 42		6566.225213	km. 06+566.23	Km 06 + 56 + 06.23
	PI 42 - PI43	108.0466		
	Tan 42	14.74188509		
PI 43		6659.529928	km. 06+659.53	Km 06 + 64 + 19.53
	Tan 43	12.23528583		
PC 43		6647.294642	km. 06+647.29	Km 06 + 64 + 07.29
	LC 43	23.99896347		
PT 43		6671.293606	km. 06+671.29	Km 06 + 66 + 11.29
	PI 43 - PI44	92.8122		
	Tan 43	12.23528583		
PI 44		6751.87052	km. 06+751.87	Km 06 + 74 + 11.87
	Tan 44	6.896304395		
PC 44		6744.974215	km. 06+744.97	Km 06 + 74 + 04.97
	LC 44	13.65833654		
PT 44		6758.632552	km. 06+758.63	Km 06 + 74 + 18.63
	PI 44 - PI45	111.00		
	Tan 44	6.896304395		
PI 45		6862.738248	km. 06+862.74	Km 06 + 86 + 02.74
	Tan 45	20.75587289		
PC 45		6841.982375	km. 06+841.98	Km 06 + 84 + 01.98
	LC 45	30.30745696		
PT 45		6872.289832	km. 06+872.29	Km 06 + 86 + 12.29
	PI 45 - PI46	36.74		
	Tan 45	20.75587289		
PI 46		6888.274859	km. 06+888.27	Km 06 + 88 + 08.27
	Tan 46	15.98372954		
PC 46		6872.291129	km. 06+872.29	Km 06 + 86 + 12.29
	LC 46	25.80666926		
PT 46		6898.097799	km. 06+898.10	Km 06 + 88 + 18.10
	PI 46 - PI47	73.84		
	Tan 46	15.98372954		
PI 47		6955.957469	km. 06+955.96	Km 06 + 94 + 15.96
	Tan 47	14.07203657		
PC 47		6941.885432	km. 06+941.89	Km 06 + 94 + 01.89
	LC 47	27.06226365		
PT 47		6968.947696	km. 06+968.95	Km 06 + 96 + 08.95
	PI 47 - PI48	90.44		
	Tan 47	14.07203657		

PI 48		7045.31176	km. 07+045.31	Km 07 + 04 + 05.31
	Tan 48	5.239289248		
PC 48		7040.07247	km. 07+040.07	Km 07 + 04 + 00.07
	LC 48	10.44047739		
PT 48		7050.512948	km. 07+050.51	Km 07 + 04 + 10.51
	PI 48 - PI49	126.00		
	Tan 48	5.239289248		
PI 49		7171.273658	km. 07+171.27	Km 07 + 16 + 11.27
	Tan 49	8.048538119		
PC 49		7163.22512	km. 07+163.23	Km 07 + 16 + 03.23
	LC 49	15.8849655		
PT 49		7179.110086	km. 07+179.11	Km 07 + 16 + 19.11
	PI 49 - PI50	83.62		
	Tan 49	8.048538119		
PI 50		7254.681048	km. 07+254.68	Km 07 + 24 + 14.68
	Tan 50	14.38716381		
PC 50		7240.293884	km. 07+240.29	Km 07 + 24 + 00.29
	LC 50	23.98200963		
PT 50		7264.275894	km. 07+264.28	Km 07 + 26 + 04.28
	PI 50 - PI51	31.64		
	Tan 50	14.38716381		
PI 51		7281.52533	km. 07+281.53	Km 07 + 28 + 01.53
	Tan 51	17.24894306		
PC 51		7264.276387	km. 07+264.28	Km 07 + 26 + 04.28
	LC 51	27.09403808		
PT 51		7291.370425	km. 07+291.37	Km 07 + 28 + 11.37
	PI 51 - PI52	72.20		
	Tan 51	17.24894306		
PI 52		7346.326282	km. 07+346.33	Km 07 + 34 + 06.33
	Tan 52	8.309497414		
PC 52		7338.016784	km. 07+338.02	Km 07 + 32 + 18.02
	LC 52	16.21254501		
PT 52		7354.229329	km. 07+354.23	Km 07 + 34 + 14.23
	PI 52 - PI53	119.52		
	Tan 52	8.309497414		
PI 53		7465.439032	km. 07+465.44	Km 07 + 46 + 05.44
	Tan 53	23.93878207		
PC 53		7441.50025	km. 07+441.50	Km 07 + 44 + 01.50
	LC 53	40.40972617		
PT 53		7481.909976	km. 07+481.91	Km 07 + 48 + 01.91
	PI 53 - PI54	83.48		
	Tan 53	23.93878207		

PI 54		7541.446594	km. 07+541.45	Km 07 + 54 + 01.45
	Tan 54	17.13423092		
PC 54		7524.312363	km. 07+524.31	Km 07 + 52 + 04.31
	LC 54	25.5877325		
PT 54		7549.900095	km. 07+549.90	Km 07 + 54 + 09.90
	PI 54 - PI55	27.48		
	Tan 54	17.13423092		
PI 55		7560.244265	km. 07+560.24	Km 07 + 56 + 00.24
	Tan 55	10.34325144		
PC 55		7549.901013	km. 07+549.90	Km 07 + 54 + 09.90
	LC 55	18.1241981		
PT 55		7568.025211	km. 07+568.03	Km 07 + 56 + 08.03
	PI 55 - PI56	124.97		
	Tan 55	10.34325144		
PI 56		7682.65666	km. 07+682.66	Km 07 + 68 + 02.66
	Tan 56	6.038274259		
PC 56		7676.618385	km. 07+676.62	Km 07 + 66 + 16.62
	LC 56	11.98604936		
PT 56		7688.604435	km. 07+688.60	Km 07 + 68 + 08.60
	PI 56 - PI57	118.55		
	Tan 56	6.038274259		
PI 57		7801.120961	km. 07+801.12	Km 07 + 80 + 01.12
	Tan 57	9.298247796		
PC 57		7791.822713	km. 07+791.82	Km 07 + 78 + 11.82
	LC 57	18.38646281		
PT 57		7810.209176	km. 07+810.21	Km 07 + 80 + 10.21
	PI 57 - PI58	88.40		
	Tan 57	9.298247796		
PI 58		7889.312728	km. 07+889.31	Km 07 + 88 + 09.31
	Tan 58	8.213821588		
PC 58		7881.098906	km. 07+881.10	Km 07 + 88 + 01.10
	LC 58	16.20241427		
PT 58		7897.30132	km. 07+897.30	Km 07 + 88 + 17.30
	PI 58 - PI59	75.24		
	Tan 58	8.213821588		
PI 59		7964.326499	km. 07+964.33	Km 07 + 96 + 04.33
	Tan 59	12.0401389		
PC 59		7952.28636	km. 07+952.29	Km 07 + 94 + 12.29
	LC 59	23.39017256		
PT 59		7975.676533	km. 07+975.68	Km 07 + 96 + 15.68
	PI59 - B	162.14		
	Tan 59	12.0401389		
		8125.78	km. 08+125.78	Km 08 + 12 + 05.78

CÁLCULO DE LAS CURVAS VERTICALES

	PGS	COTAS	PENDIENTES (%)	Nº CURVA VERTICAL	DIFERENCIA ALGEBRAICA	PARAMETRO DE CURVATURA	LONG. DE CURVA VERTICAL ASUMIDO	
1	0	848						
680			S 1 = 8.65%					
2	680	906.823		PVI 1	A 1 = 1.35 %	K 1 = 51.87	L 1 = 70	SAG
520			S 2 = 10.00%					
3	1200	958.823		PVI 2	A 2 = 3.05 %	K 2 = 32.79	L 2 = 100	CRESTA
650			S 3 = 6.95%					
4	1850	1004		PVI 3	A 3 = 13.42 %	K 3 = 8.94	L 3 = 120	CRESTA
150			S 4 = -6.47%					
5	2000	994.29		PVI 4	A 4 = 12.03 %	K 4 = 5.82	L 4 = 70	SAG
460			S 5 = 5.55%					
6	2460	1019.84		PVI 5	A 5 = 4.45 %	K 5 = 15.75	L 5 = 70	SAG
800			S 6 = 10.00%					
7	3260	1099.84		PVI 6	A 6 = 5.00 %	K 6 = 30.00	L 6 = 150	CRESTA
705			S 7 = 5.00%					
8	3965	1135.09		PVI 7	A 7 = 4.05 %	K 7 = 17.30	L 7 = 70	CRESTA
245			S 8 = 0.95%					
9	4210	1137.43		PVI 8	A 8 = 5.25 %	K 8 = 13.34	L 8 = 70	SAG
645			S 9 = 6.20%					
10	4855	1177.42		PVI 9	A 9 = 3.80 %	K 9 = 18.42	L 9 = 70	SAG
273			S 10 = 10.00%					
11	5128	1204.72		PVI 10	A 10 = 0.94 %	K 10 = 74.68	L 10 = 70	CRESTA
610			S 11 = 9.06%					
12	5738	1260		PVI 11	A 11 = 3.47 %	K 11 = 20.17	L 11 = 70	CRESTA
1062			S 12 = 5.59%					
13	6800	1319.38		PVI 12	A 12 = 1.77 %	K 12 = 39.54	L 12 = 70	SAG
762			S 13 = 7.36%					
14	7562	1375.48		PVI 13	A 13 = 1.60 %	K 13 = 43.79	L 13 = 70	SAG
563.8			S 14 = 8.96%					
15	8125.8	1426						

ANEXO 03: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS								CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm3)	Qadm. (Kg/cm2)	
C-1	E-1	KM 01+000	1.50 m	4.19	23.62	46.86	29.52	24	22	2	SM	A-1-b (0)	1.968	8.30	32.85	23.88	-	-
C-2	E-1	KM 02+000	1.50 m	5.23	25.34	25.56	49.10	31	19	12	SC	A-2-6 (0)	-	-	-	-	-	-
C-3	E-1	KM 03+000	1.50 m	7.80	56.36	35.17	8.47	35	20	15	CL	A-6 (6)	-	-	-	-	-	-
C-4	E-1	KM 04+000	1.50 m	6.67	53.78	32.51	13.71	33	19	14	CL	A-6 (5)	1.773	14.08	7.08	6.14	-	-
C-5	E-1	KM 05+000	1.50 m	6.67	64.96	28.47	6.57	40	20	20	CL	A-6 (11)	-	-	-	-	-	-
C-6	E-1	KM 06+000	1.50 m	8.45	62.84	31.04	6.12	35	28	7	ML-CL	A-4 (3)	-	-	-	-	-	-
C-7	E-1	KM 07+000	1.50 m	12.00	67.07	23.60	9.33	37	19	18	CL	A-6 (10)	1.775	15.18	4.63	3.44	-	-
C-8	E-1	KM 08+000	1.50 m	10.43	64.12	25.57	10.31	43	24	19	CL	A-7-6 (11)	-	-	-	-	-	-
C-X	E-X	CANTERA LUCMAR	0.00 m	0.78	8.30	27.43	64.27	22	21	1	GP-GM	A-1-a (0)	1.919	7.13	66.06	55.46	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUIAL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

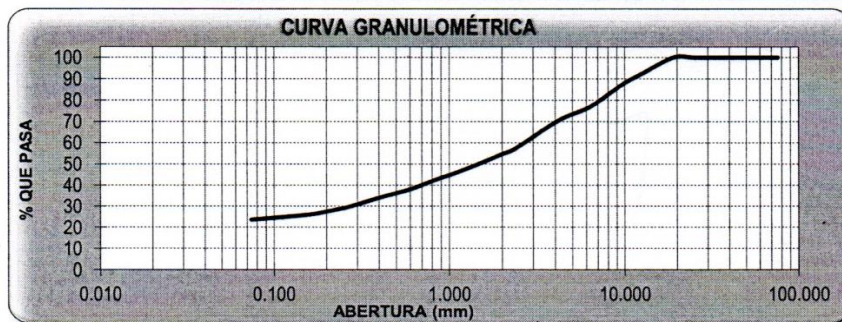
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1527.54

Peso perdido por lavado : 472.46

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.19%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	148.27	7.41	7.41	92.59	L. Líquido : 24
3/8"	9.525	111.96	5.60	13.01	86.99	L. Plástico : 22
1/4"	6.350	199.48	9.97	22.99	77.01	Ind. Plasticidad : 2
No4	4.178	130.61	6.53	29.52	70.48	Clasificación de la Muestra
No8	2.360	267.44	13.37	42.89	57.11	
No10	2.000	48.88	2.44	45.33	54.67	
No16	1.180	154.95	7.75	53.08	46.92	Descripción de la Muestra
No20	0.850	83.14	4.16	57.24	42.76	
No30	0.600	94.96	4.75	61.98	38.02	
No40	0.420	70.21	3.51	65.50	34.51	SUCS: Arena limosa con grava AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno Tiene un % de finos de = 23.62%
No50	0.300	71.54	3.58	69.07	30.93	
No60	0.250	36.11	1.81	70.88	29.12	
No80	0.180	48.64	2.43	73.31	26.69	Descripción de la Calicata
No100	0.150	18.06	0.90	74.21	25.79	
No200	0.075	43.29	2.16	76.38	23.62	
< No200		472.46	23.62	100.00	0.00	C-1 : E-1
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



D10	: 0.0313
D30	: 0.2743
D60	: 2.7526
Cu	: 87.87
Cc	: 0.87

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAIL MARTÍN

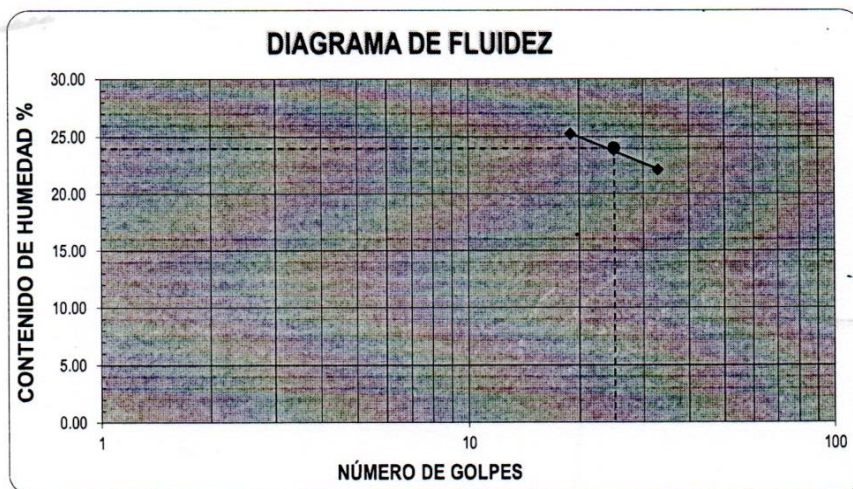
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
Nº de golpes	19	25	33	-	-
Peso de tara (g)	9.73	10.45	9.37	8.33	9.47
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.45	13.57	12.52	8.81	9.89
Peso tara + suelo seco (g)	12.70	12.97	11.95	8.73	9.81
Contenido de Humedad %	25.25	23.81	22.09	20.00	23.53
Límites %	24			22	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -5.724 \ln(x) + 42.149$$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.83	52.24	50.37
Peso del tarro + suelo humedo (g)	162.80	147.45	177.02
Peso del tarro + suelo seco (g)	158.02	143.79	172.00
Peso del suelo seco (g)	107.19	91.55	121.63
Peso del agua (g)	4.78	3.66	5.02
% de humedad (%)	4.46	4.00	4.13
% de humedad promedio (%)	4.19		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAEL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

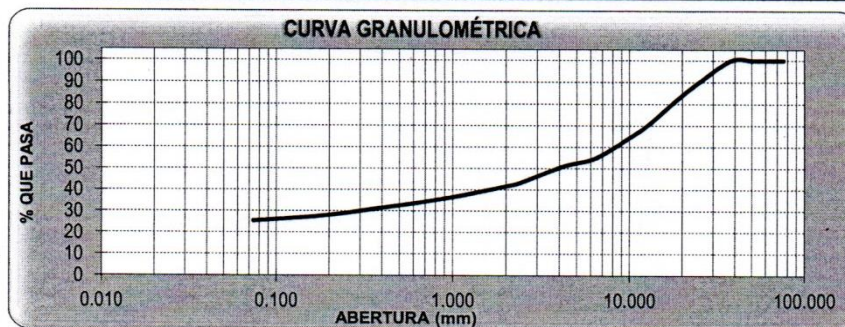
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1493.23

Peso perdido por lavado : 506.77

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	5.23%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	192.93	9.65	9.65	90.35	
3/4"	19.050	154.88	7.74	17.39	82.61	L. Líquido : 31
1/2"	12.700	249.79	12.49	29.88	70.12	L. Plástico : 19
3/8"	9.525	137.40	6.87	36.75	63.25	Ind. Plasticidad : 12
1/4"	6.350	169.90	8.50	45.25	54.76	
No4	4.750	77.19	3.86	49.10	50.90	
No8	2.360	156.38	7.82	56.92	43.08	
No10	2.000	29.07	1.45	58.38	41.62	
No16	1.180	78.61	3.93	62.31	37.69	
No20	0.850	42.12	2.11	64.41	35.59	
No30	0.600	41.09	2.05	66.47	33.53	
No40	0.420	35.72	1.79	68.25	31.75	
No50	0.300	33.92	1.70	69.95	30.05	
No60	0.250	19.24	0.96	70.91	29.09	
No80	0.180	27.17	1.36	72.27	27.73	
No100	0.150	12.44	0.62	72.89	27.11	
No200	0.075	35.38	1.77	74.66	25.34	
< No200		506.77	25.34	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAEL MARTÍN

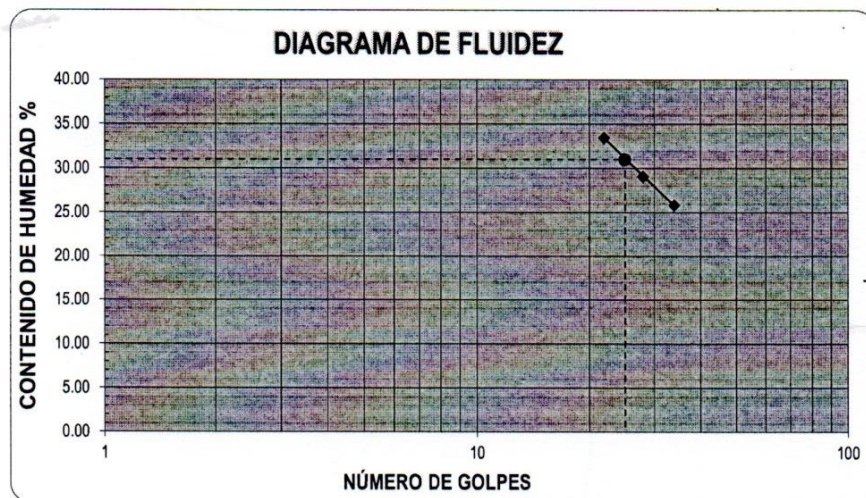
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / KM 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	22	28	34	-	-
Peso de tara (g)	12.07	11.51	12.07	8.91	12.54
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.98	13.95	16.31	9.47	13.13
Peso tara + suelo seco (g)	15.00	13.40	15.44	9.38	13.04
Contenido de Humedad %	33.45	29.10	25.82	19.15	18.00
Límites %	31			19	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

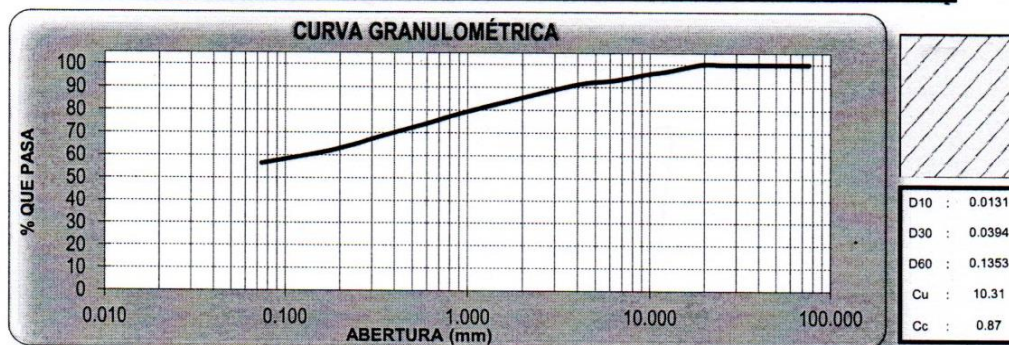
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 872.75

Peso perdido por lavado : 1127.25

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	7.80%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	57.33	2.87	2.87	97.13	L. Líquido : 35
3/8"	9.525	29.54	1.48	4.34	95.66	L. Plástico : 20
1/4"	6.350	52.94	2.65	6.99	93.01	Ind. Plasticidad : 15
No4	4.178	29.54	1.48	8.47	91.53	Clasificación de la Muestra
No8	2.360	93.73	4.69	13.15	86.85	
No10	2.000	28.93	1.45	14.60	85.40	Clas. SUCS : CL
No16	1.180	90.85	4.54	19.14	80.86	
No20	0.850	61.78	3.09	22.23	77.77	Clas. AASHTO : A-6 (6)
No30	0.600	74.83	3.74	25.97	74.03	
No40	0.420	69.28	3.46	29.44	70.56	Descripción de la Muestra
No50	0.300	66.85	3.34	32.78	67.22	
No60	0.250	41.33	2.07	34.85	65.15	SUCS: Arcilla ligera arenosa
No80	0.180	59.36	2.97	37.81	62.19	
No100	0.150	26.33	1.32	39.13	60.87	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No200	0.074	90.13	4.51	43.64	56.36	
< No200		1127.25	56.36	100.00	0.00	Tiene un % de finos de = 56.36%
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

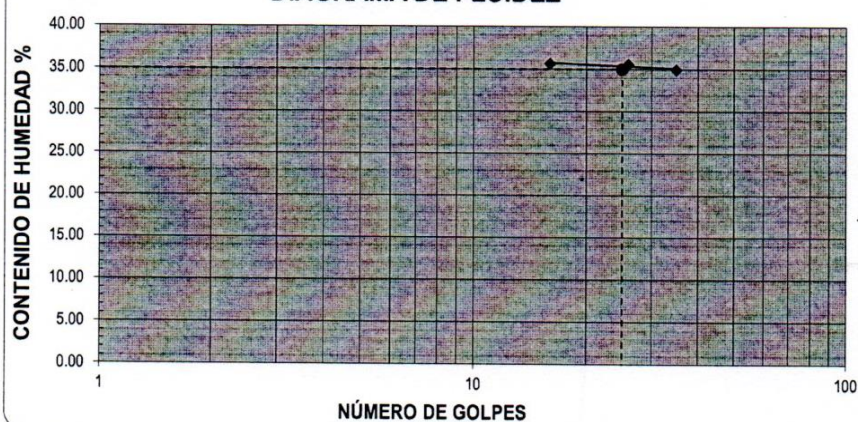
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	16	26	35	-	-
Peso de tara (g)	10.89	8.07	9.46	10.07	8.38
Peso de tara + suelo húmedo (g)	17.28	12.49	12.51	10.30	8.75
Peso tara + suelo seco (g)	15.60	11.33	11.72	10.26	8.69
Contenido de Humedad %	35.67	35.58	34.96	21.05	19.35
Límites %	35			20	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -0.839 \ln(x) + 38.084$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO	:	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE	:	CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-3 / E-1 / KM 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.46	49.93	50.45
Peso del tarro + suelo humedo (g)	154.51	153.56	156.78
Peso del tarro + suelo seco (g)	146.80	146.32	149.00
Peso del suelo seco (g)	96.34	96.39	98.55
Peso del agua (g)	7.71	7.24	7.78
% de humedad (%)	8.00	7.51	7.89
% de humedad promedio (%)	7.80		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

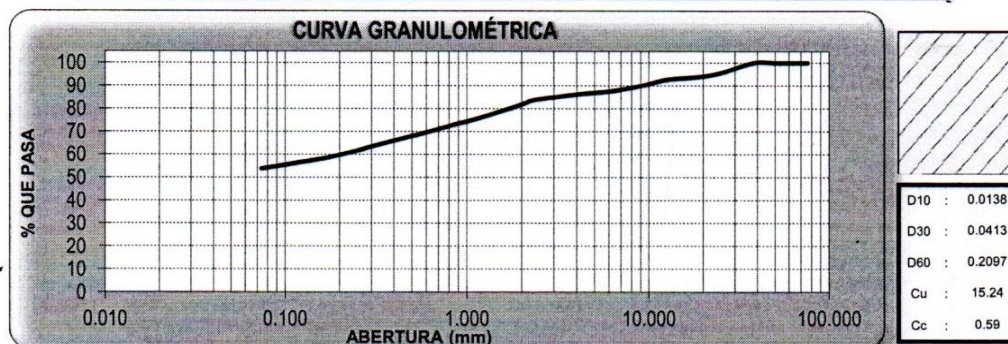
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 924.43

Peso perdido por lavado : 1075.57

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.67%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	86.12	4.31	4.31	95.69	L. Líquido : 33
3/4"	19.050	37.05	1.85	6.16	93.84	L. Plástico : 19
1/2"	12.700	23.33	1.17	7.33	92.68	Ind. Plástico : 14
3/8"	9.525	47.47	2.37	9.70	90.30	
1/4"	6.350	52.07	2.60	12.30	87.70	
No4	4.750	28.20	1.41	13.71	86.29	
No8	2.360	49.79	2.49	16.20	83.80	
No10	2.000	40.01	2.00	18.20	81.80	
No16	1.180	117.06	5.85	24.06	75.95	
No20	0.850	59.79	2.99	27.04	72.96	
No30	0.600	67.77	3.39	30.43	69.57	
No40	0.420	62.99	3.15	33.58	66.42	
No50	0.300	60.53	3.03	36.61	63.39	
No60	0.250	36.89	1.84	38.45	61.55	
No80	0.180	53.69	2.68	41.14	58.86	
No100	0.150	23.53	1.18	42.31	57.69	
No200	0.074	76.14	3.91	46.22	53.78	
< No200		1075.57	53.78	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

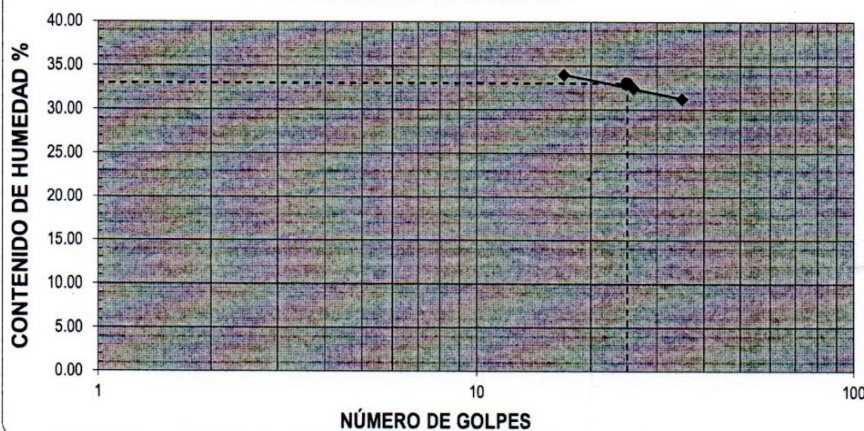
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción		Límite Líquido			Límite Plástico
		17	26	35	
N° de golpes		17	26	35	-
Peso de tara (g)		9.19	8.70	8.22	8.59
Peso de tara + suelo húmedo (g)		13.41	13.27	11.54	8.90
Peso tara + suelo seco (g)		12.34	12.15	10.75	8.85
Contenido de Humedad	%	33.97	32.46	31.23	19.23
Límites	%	33			19

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -3.781 \ln(x) + 44.710$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

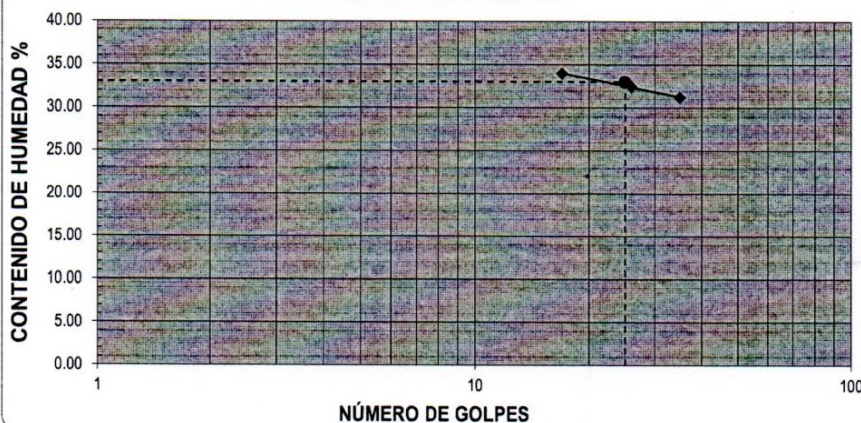
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción		Límite Líquido			Límite Plástico
N° de golpes		17	26	35	-
Peso de tara (g)		9.19	8.70	8.22	8.59
Peso de tara + suelo húmedo (g)		13.41	13.27	11.54	8.90
Peso tara + suelo seco (g)		12.34	12.15	10.75	8.85
Contenido de Humedad %		33.97	32.46	31.23	19.23
Límites		33			19

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -3.781 \ln(x) + 44.710$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216**

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAEL MARTÍN
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.96	50.47	50.14
Peso del tarro + suelo humedo (g)	159.07	147.45	140.84
Peso del tarro + suelo seco (g)	152.11	141.58	135.20
Peso del suelo seco (g)	100.15	91.11	85.06
Peso del agua (g)	6.96	5.87	5.64
% de humedad (%)	6.95	6.44	6.63
% de humedad promedio (%)	6.67		

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.




 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUIAL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

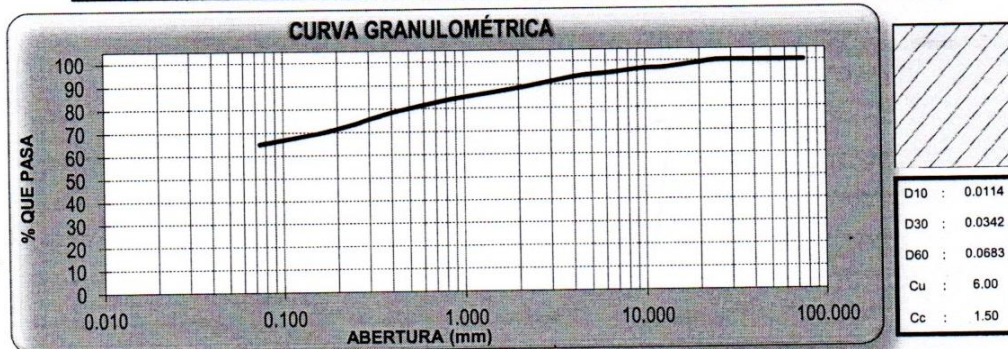
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 700.75

Peso perdido por lavado : 1299.25

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	6.67%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limites e Indices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 40
3/4"	19.050	24.12	1.21	1.21	98.79	L. Plástico : 20
1/2"	12.700	36.46	1.82	3.03	96.97	Ind. Plasticidad : 20
3/8"	9.525	8.78	0.44	3.47	96.53	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	34.18	1.71	5.18	94.82	Clas. SUCS : CL
No4	4.75	27.87	1.39	6.57	93.43	Clas. AASHTO : A-6 (11)
No8	2.360	75.64	3.78	10.35	89.65	Descripción de la Muestra
No10	2.000	21.01	1.05	11.40	88.60	SUCS: Arcilla ligera arenosa
No16	1.180	57.58	2.88	14.28	85.72	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No20	0.850	36.30	1.82	16.10	83.90	Tiene un % de finos de = 64.96%
No30	0.600	49.67	2.48	18.58	81.42	Descripción de la Calicata
No40	0.420	54.51	2.73	21.31	78.69	C-5 : E-1
No50	0.300	63.41	3.17	24.48	75.52	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No60	0.250	40.98	2.05	26.53	73.47	
No80	0.180	58.67	2.93	29.46	70.54	
No100	0.150	26.67	1.33	30.79	69.21	
No200	0.075	84.90	4.25	35.04	64.96	
< No200		1299.25	64.96	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

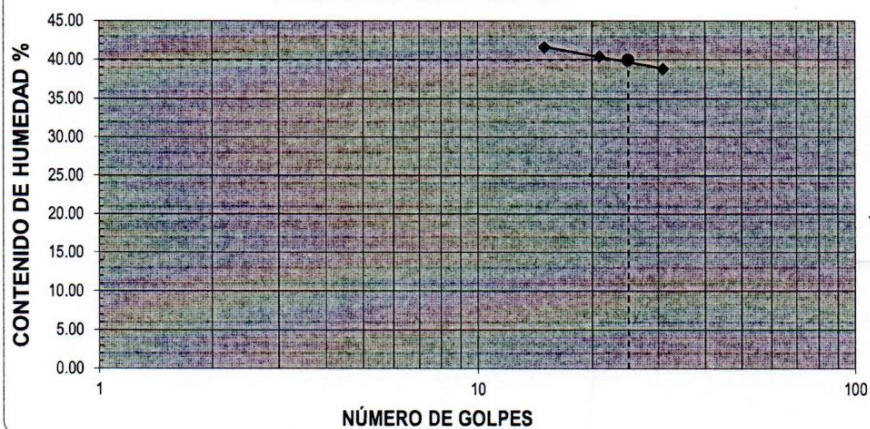
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	Nº de golpes	15	21	31	
Nº de golpes		15	21	31	-
Peso de tara (g)		8.14	8.97	8.36	7.76
Peso de tara + suelo húmedo (g)		13.72	12.20	12.72	7.95
Peso tara + suelo seco (g)		12.08	11.27	11.50	7.92
Contenido de Humedad %		41.62	40.43	38.85	18.75
Límites %		40			20

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -3.823 \ln(x) + 52.012$$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.96	50.47	50.14
Peso del tarro + suelo humedo (g)	159.07	147.45	140.84
Peso del tarro + suelo seco (g)	152.11	141.58	135.20
Peso del suelo seco (g)	100.15	91.11	85.06
Peso del agua (g)	6.96	5.87	5.64
% de humedad (%)	6.95	6.44	6.63
% de humedad promedio (%)	6.67		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

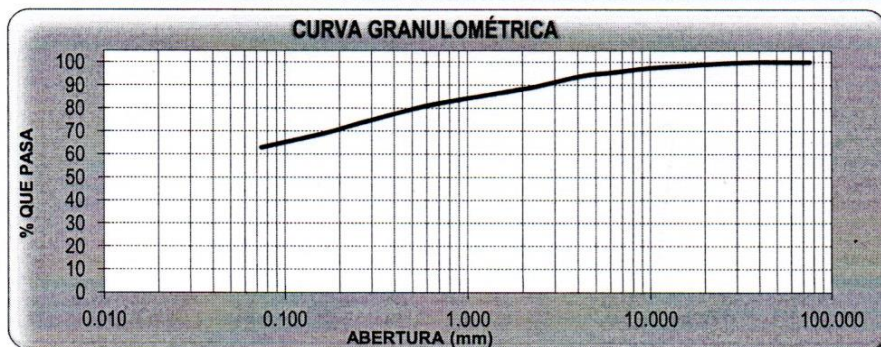
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 743.28

Peso perdido por lavado : 1256.72

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	8.45%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : 35 Plástico : 28 Ind. Plasticidad : 7
12"	25.400	10.56	0.53	0.53	99.47	
3/4"	19.050	12.23	0.61	1.14	98.86	
1/2"	12.700	17.93	0.90	2.04	97.96	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	13.81	0.69	2.73	97.27	
1/4"	6.350	34.22	1.71	4.44	95.56	
No4	4.750	33.67	1.68	6.12	93.88	Clas. SUCS : ML-CL Clas. AASHTO : A-4 (3)
No8	2.360	92.30	4.62	10.74	89.26	
No10	2.000	20.41	1.02	11.76	88.24	
No16	1.180	61.59	3.08	14.84	85.16	Descripción de la Muestra
No20	0.850	38.76	1.94	16.77	83.23	
No30	0.600	44.86	2.24	19.02	80.98	
No40	0.420	62.62	3.13	22.15	77.85	SUCS: Arcilla limo - arenosa AASHTO: Suelos limosos / Regular a malo Tiene un % de finos de = 62.84%
No50	0.300	61.91	3.10	25.24	74.76	
No60	0.250	32.82	1.64	26.88	73.12	
No80	0.180	67.52	3.38	30.26	69.74	Descripción de la Calicata
No100	0.150	30.20	1.51	31.77	68.23	
No200	0.075	107.87	5.39	37.16	62.84	
< No200		1256.72	62.84	100.00	0.00	C-6 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
Total		2000.00	100.00			



D10	: 0.0118
D30	: 0.0353
D60	: 0.0707
Cu	: 6.00
Cc	: 1.50

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAIL MARTÍN

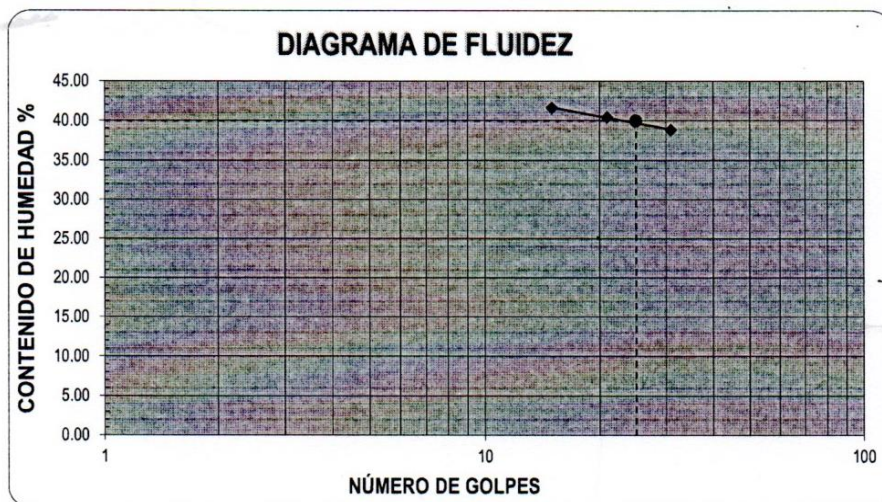
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / KM 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	15	21	31	-	-
Peso de tara (g)	8.14	8.97	8.36	7.76	7.52
Peso de tara + suelo húmedo (g)	13.72	12.20	12.72	7.95	7.69
Peso tara + suelo seco (g)	12.08	11.27	11.50	7.92	7.66
Contenido de Humedad %	41.62	40.43	38.85	18.75	21.43
Límites %	40			20	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -3.823 \ln(x) + 52.012$$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / KM 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	52.14	50.96	50.80
Peso del tarro + suelo humedo (g)	144.39	145.10	154.87
Peso del tarro + suelo seco (g)	137.21	137.73	146.80
Peso del suelo seco (g)	85.07	86.77	96.00
Peso del agua (g)	7.18	7.37	8.07
% de humedad (%)	8.44	8.49	8.41
% de humedad promedio (%)	8.45		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUAJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

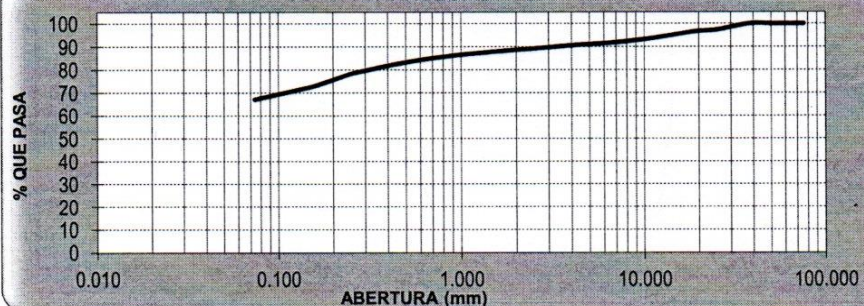
Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 658.61

Peso perdido por lavado : 1341.39

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	12.00%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : 37 Plástico : 19 Ind. Plasticidad : 18
1"	25.400	51.83	2.59	2.59	97.41	
3/4"	19.050	16.39	0.82	3.41	96.59	
1/2"	12.700	45.20	2.26	5.67	94.33	Clasificación de la Muestra Clas. SUCS : CL Clas. AASHTO : A-6 (10)
3/8"	9.525	27.73	1.39	7.06	92.94	
1/4"	6.350	27.71	1.39	8.44	91.56	
No4	4.75	17.78	0.89	9.33	90.67	Descripción de la Muestra SUCS: Arcilla ligera arenosa AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo Tiene un % de finos de = 67.07%
No8	2.360	33.10	1.66	10.99	89.01	
No10	2.000	7.81	0.39	11.38	88.62	
No16	1.180	31.10	1.56	12.93	87.07	Descripción de la Calicata C-7 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No20	0.850	23.74	1.19	14.12	85.88	
No30	0.600	32.37	1.62	15.74	84.26	
No40	0.420	43.10	2.16	17.89	82.11	
No50	0.300	48.75	2.44	20.33	79.67	
No60	0.250	28.96	1.45	21.78	78.22	
No80	0.180	76.58	3.83	25.61	74.39	
No100	0.150	37.42	1.87	27.48	72.52	
No200	0.075	109.04	5.45	32.93	67.07	
< No200		1341.39	67.07	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



D10	: 0.0110
D30	: 0.0331
D60	: 0.0662
Cu	: 6.00
Cc	: 1.50

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDETA, MUAJIL MARTÍN

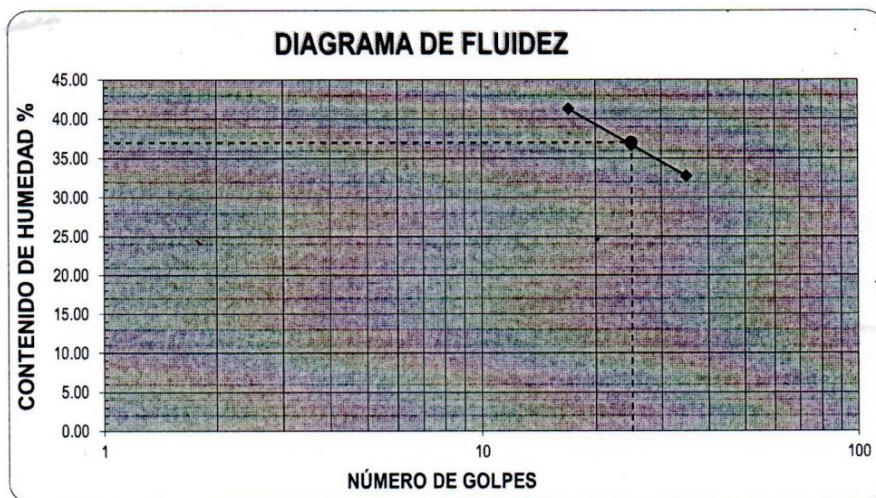
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	17	25	35	-	-
Peso de tara (g)	13.15	10.33	10.40	10.30	9.82
Peso de tara + suelo húmedo (g)	18.11	12.94	13.52	10.57	10.06
Peso tara + suelo seco (g)	16.66	12.24	12.75	10.53	10.02
Contenido de Humedad %	41.31	36.65	32.77	17.39	20.00
Límites %	37			19	



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	48.27	49.74	50.10
Peso del tarro + suelo humedo (g)	125.44	143.49	150.74
Peso del tarro + suelo seco (g)	117.43	133.09	140.00
Peso del suelo seco (g)	69.16	83.35	89.90
Peso del agua (g)	8.01	10.40	10.74
% de humedad (%)	11.58	12.48	11.95
% de humedad promedio (%)	12.00		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUJIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

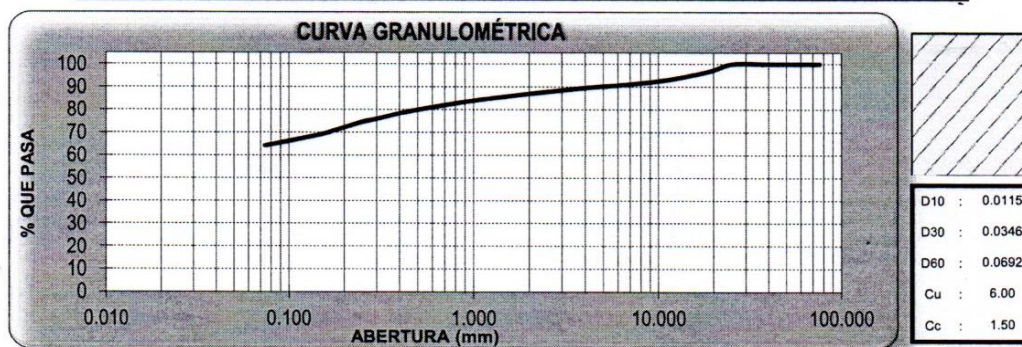
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 717.54

Peso perdido por lavado : 1282.46

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	10.43%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limites e Índices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 43
3/4"	19.050	63.97	3.20	3.20	96.80	L. Plástico : 24
1/2"	12.700	60.66	3.03	6.23	93.77	Ind. Plasticidad : 19
3/8"	9.525	29.75	1.49	7.72	92.28	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	29.20	1.46	9.18	90.82	Clas. SUCS : CL
No4	4.75	22.59	1.13	10.31	89.69	Clas. AASHTO : A-7-6 (11)
No8	2.360	42.75	2.14	12.45	87.55	Descripción de la Muestra
No10	2.000	12.51	0.63	13.07	86.93	SUCS: Arcilla ligera arenosa
No16	1.180	44.86	2.24	15.31	84.69	AASHTO: Suelos arcillosos / Regular a malo
No20	0.850	33.08	1.65	16.97	83.03	Tiene un % de finos de = 64.12%
No30	0.600	40.92	2.05	19.01	80.99	Descripción de la Calicata
No40	0.420	46.12	2.31	21.32	78.68	C-8 : E-1
No50	0.300	55.86	2.79	24.11	75.89	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No60	0.250	26.79	1.34	25.45	74.55	
No80	0.180	70.34	3.52	28.97	71.03	
No100	0.150	38.42	1.92	30.89	69.11	
No200	0.075	99.72	4.99	35.88	64.12	
< No200		1282.46	64.12	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211674

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MUJIL MARTÍN

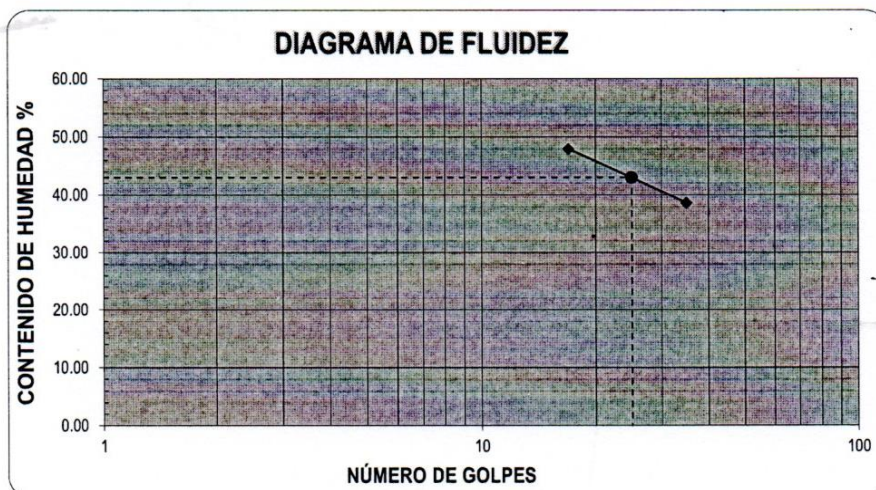
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	17	25	35	-	-
Peso de tara (g)	10.08	10.48	10.01	10.14	10.72
Peso de tara + suelo húmedo (g)	14.68	15.40	13.17	10.27	10.87
Peso tara + suelo seco (g)	13.19	13.92	12.29	10.25	10.84
Contenido de Humedad %	47.91	43.02	38.60	23.81	25.00
Límites %	43			24	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -12.890 \ln(x) + 84.462$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / KM 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.46	51.01	51.50
Peso del tarro + suelo humedo (g)	162.87	146.74	149.78
Peso del tarro + suelo seco (g)	152.49	137.57	140.50
Peso del suelo seco (g)	101.03	86.56	89.00
Peso del agua (g)	10.38	9.17	9.28
% de humedad (%)	10.27	10.59	10.43
% de humedad promedio (%)	10.43		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO B
ASTM D - 1557

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

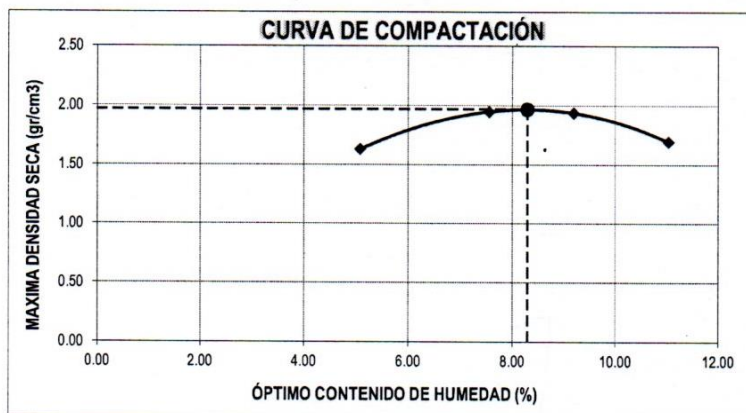
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5880	6235	6255	6040		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1600	1955	1975	1760		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.71	2.10	2.12	1.89		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	99.66	111.34	96.23	123.27		
Peso del suelo seco + tara (g)	95.32	104.25	89.02	112.05		
Peso del agua (g)	4.34	7.09	7.21	11.21		
Peso de la tara (g)	9.90	10.41	10.66	10.49		
Peso del suelo seco (g)	85.42	93.84	78.37	101.57		
% de humedad (%)	5.08	7.56	9.20	11.04		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.63	1.95	1.94	1.70		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.968
Óptimo contenido de humedad (%)	8.30

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Cefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D - 1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ENSAYO DE CBR							
ESTADO		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE		MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA		12		25		56	
SOBRECARGA	(g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde	(g)	11605		11845		12070	
Peso del molde	(g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo	(g)	4050		4290		4515	
Volumen del molde	(cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador	(cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.911		2.025		2.131	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso del suelo húmedo + cápsula	(g)	90.66		103.00		96.84	
Peso del suelo seco + cápsula	(g)	84.50		95.94		90.23	
Peso del agua	(g)	6.16		7.06		6.61	
Peso de la cápsula	(g)	10.32		10.53		10.55	
Peso del suelo seco	(g)	74.19		85.41		79.68	
% de humedad	(%)	8.30		8.27		8.30	
Densidad de Suelo Seco	(g/cm ³)	1.765		1.870		1.968	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.980	0.980	0.772	1.062	1.062	0.837	1.182	1.182	0.930
48 hrs	1.026	1.026	0.808	1.113	1.113	0.876	1.250	1.250	0.984
72 hrs	1.035	1.035	0.815	1.122	1.122	0.883	1.259	1.259	0.992
96 hrs	1.035	1.035	0.815	1.122	1.122	0.883	1.259	1.259	0.992

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	LECTURA DIAL	MOLDE 1	ESFUERZO	LECTURA DIAL	MOLDE 2	ESFUERZO	LECTURA DIAL	MOLDE 3	ESFUERZO
Pulg.		lbs	lbs/pulg²		lbs	lbs/pulg²		lbs	lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	128.30	42.78	21	203.81	67.95	36	329.71	109.93
0.050	22	212.20	70.75	41	371.70	123.93	65	573.33	191.16
0.075	34	312.92	104.33	60	531.31	177.15	89	775.16	258.45
0.100	51	455.69	151.93	82	716.27	238.82	114	1085.21	328.48
0.125	67	590.14	196.76	100	867.72	289.31	139	1196.22	398.84
0.150	84	733.09	244.43	118	1019.27	339.84	161	1381.74	460.70
0.200	114	985.59	328.61	149	1280.53	426.95	198	1694.12	564.85
0.300	158	1356.44	452.26	191	1634.98	545.13	243	2074.63	691.71
0.400	184	1575.87	525.42	216	1846.24	615.57	271	2311.72	770.76
0.500	191	1634.98	545.13	227	1939.26	646.58	283	2413.41	804.67

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

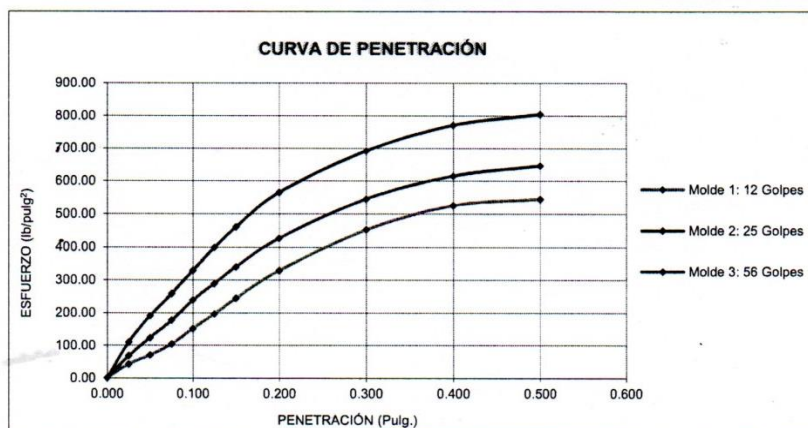
SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / KM 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



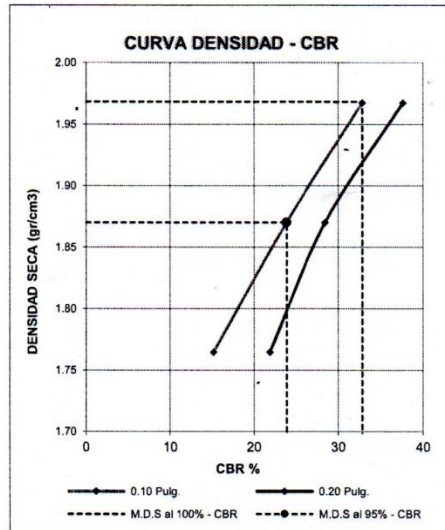
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	151.93	1000	15.19	1.765
2	0.100	238.82	1000	23.88	1.870
3	0.100	328.48	1000	32.85	1.968

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	328.61	1500	21.91	1.765
2	0.200	426.95	1500	28.46	1.870
3	0.200	564.85	1500	37.66	1.968

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.968
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.870
Óptimo contenido de humedad	(%)	8.30
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	32.85
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	23.88



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A
ASTM D - 1557

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

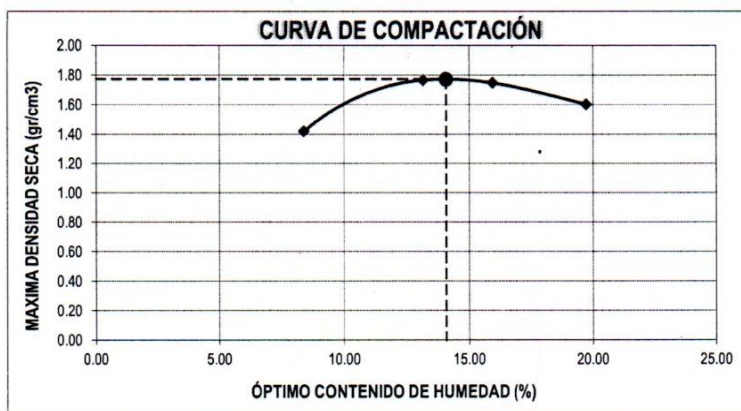
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	#1	#2	#3	#4	#5	#6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5715	6145	6170	6070		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1435	1865	1890	1790		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.54	2.00	2.03	1.92		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	96.86	109.73	94.92	123.88		
Peso del suelo seco + tara (g)	90.10	98.16	83.31	105.19		
Peso del agua (g)	6.76	11.57	11.62	18.68		
Peso de la tara (g)	9.62	10.26	10.51	10.54		
Peso del suelo seco (g)	80.48	87.91	72.79	94.65		
% de humedad (%)	8.40	13.16	15.96	19.74		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.42	1.77	1.75	1.60		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.773
Óptimo contenido de humedad (%)	14.08

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D - 1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ENSAYO DE CBR							
ESTADO		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE		MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA		12		25		56	
SOBRECARGA	(g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde	(g)	11150		11480		11840	
Peso del molde	(g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo	(g)	3595		3925		4285	
Volumen del molde	(cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador	(cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda	(g/cm ³)	1.697		1.852		2.022	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso del suelo húmedo + cápsula	(g)	87.11		99.83		94.24	
Peso del suelo seco + cápsula	(g)	77.54		88.29		83.91	
Peso del agua	(g)	9.57		11.53		10.33	
Peso de la cápsula	(g)	9.91		10.20		10.55	
Peso del suelo seco	(g)	67.63		78.09		73.36	
% de humedad	(%)	14.14		14.77		14.08	
Densidad de Suelo Seco	(g/cm ³)	1.486		1.614		1.773	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	3.100	3.100	2.441	3.483	3.483	2.742	3.942	3.942	3.104
48 hrs	3.560	3.560	2.803	3.789	3.789	2.984	4.172	4.172	3.285
72 hrs	3.827	3.827	3.014	3.827	3.827	3.014	4.210	4.210	3.315
96 hrs	3.827	3.827	3.014	3.827	3.827	3.014	4.210	4.210	3.315

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	52.82	17.61	4	61.21	20.41	7	86.37	28.80
0.050	4	61.21	20.41	8	94.75	31.59	13	136.69	45.58
0.075	7	86.37	28.80	12	128.30	42.78	17	170.25	56.76
0.100	10	111.53	37.18	16	161.86	53.97	22	212.27	70.77
0.125	13	136.69	45.58	19	187.03	62.36	27	254.16	84.74
0.150	16	161.86	53.97	23	220.59	73.55	31	287.74	95.94
0.200	22	212.20	70.75	28	262.56	87.54	38	346.51	115.53
0.300	30	279.34	93.14	36	329.71	109.93	46	413.69	137.93
0.400	35	321.32	107.13	41	371.70	123.93	52	464.09	154.74
0.500	36	329.71	109.93	43	388.49	129.53	54	480.89	160.34

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

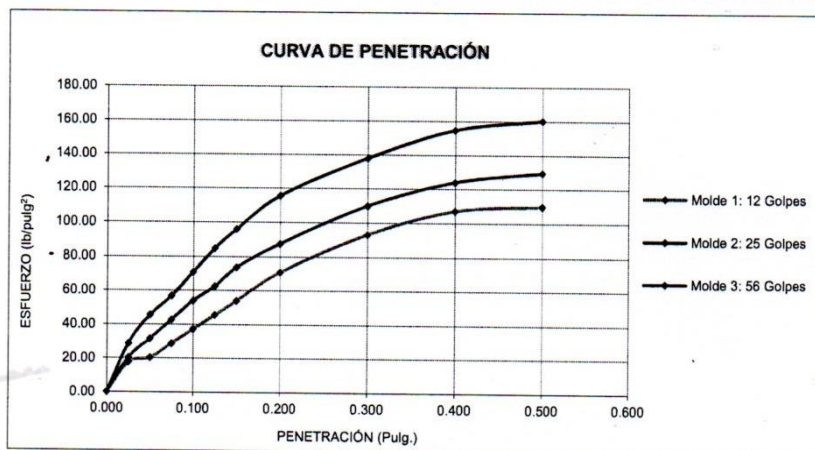
SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

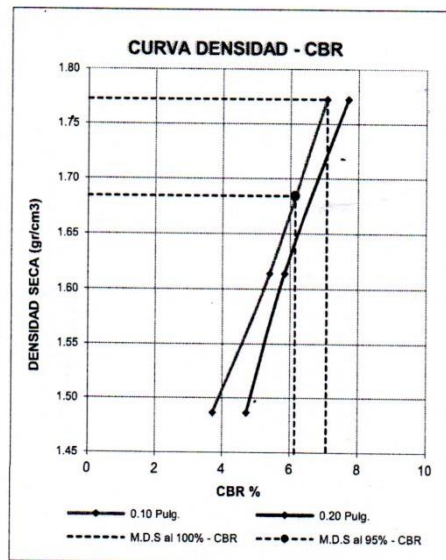
MUESTRA : C-4 / E-1 / KM 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	37.18	1000	3.72	1.486
2	0.100	53.97	1000	5.40	1.614
3	0.100	70.77	1000	7.08	1.773

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	70.75	1500	4.72	1.486
2	0.200	87.54	1500	5.84	1.614
3	0.200	115.53	1500	7.70	1.773

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.773
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.684
Óptimo contenido de humedad	(%)	14.08
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	7.08
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	6.14



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A

ASTM D - 1557

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

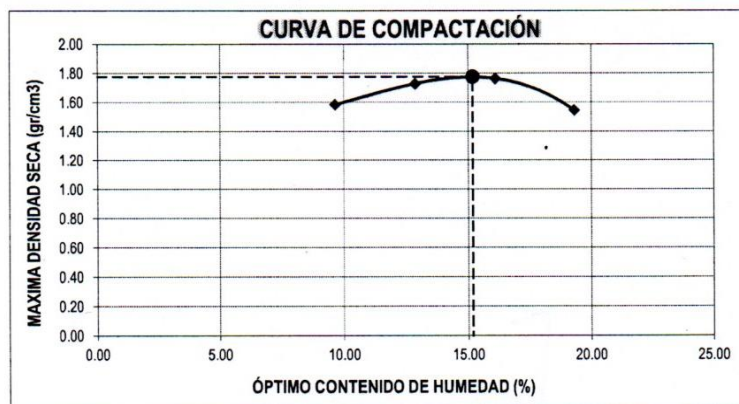
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5900	6100	6190	6000		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1620	1820	1910	1720		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.74	1.95	2.05	1.84		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	100.00	108.93	95.23	122.45		
Peso del suelo seco + tara (g)	92.07	97.66	83.49	104.31		
Peso del agua (g)	7.93	11.27	11.74	18.14		
Peso de la tara (g)	9.93	10.18	10.55	10.42		
Peso del suelo seco (g)	82.13	87.48	72.94	93.89		
% de humedad (%)	9.66	12.88	16.10	19.32		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.58	1.73	1.76	1.55		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.775
Óptimo contenido de humedad (%)	15.18

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D - 1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11450		11695		11886	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3895		4140		4331	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.838		1.954		2.044	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	89.45		101.70		95.32	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	79.12		89.16		84.15	
Peso del agua (g)	10.34		12.53		11.17	
Peso de la cápsula (g)	10.18		10.40		10.55	
Peso del suelo seco (g)	68.94		78.77		73.60	
% de humedad (%)	14.99		15.91		15.18	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.598		1.686		1.775	

ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	3.416	3.416	2.690	3.321	3.321	2.615	3.606	3.606	2.840
48 hrs	3.654	3.654	2.877	3.559	3.559	2.802	4.128	4.128	3.251
72 hrs	4.176	4.176	3.288	4.081	4.081	3.213	4.460	4.460	3.512
96 hrs	4.176	4.176	3.288	4.081	4.081	3.213	4.460	4.460	3.512

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	36.05	12.02	2	44.44	14.82	4	61.21	20.41
0.050	2	44.44	14.82	5	69.59	23.20	7	86.37	28.80
0.075	4	61.21	20.41	7	86.37	28.80	10	111.53	37.18
0.100	6	77.98	26.00	9	103.14	34.39	13	138.97	46.33
0.125	8	94.75	31.59	11	119.91	39.98	16	161.86	53.97
0.150	10	111.53	37.18	14	145.08	48.37	18	178.64	59.56
0.200	13	138.69	45.58	17	170.25	56.76	23	220.59	73.55
0.300	18	178.64	59.56	22	212.20	70.75	28	262.56	87.54
0.400	21	203.81	67.95	25	237.38	79.15	31	287.74	95.94
0.500	22	212.20	70.75	26	245.77	81.94	33	304.53	101.53

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

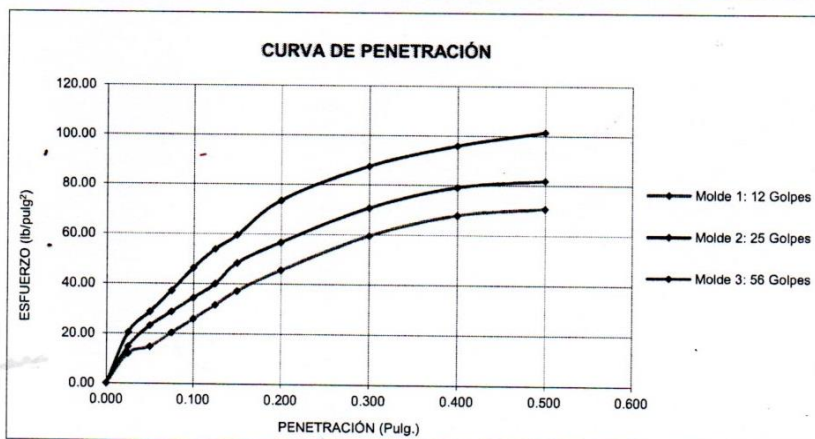
SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / KM 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



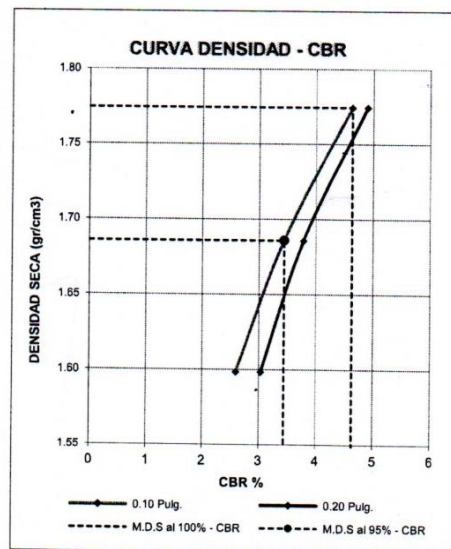
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	26.00	1000	2.60	1.598
2	0.100	34.39	1000	3.44	1.686
3	0.100	46.33	1000	4.63	1.775

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	45.58	1500	3.04	1.598
2	0.200	56.76	1500	3.78	1.686
3	0.200	73.55	1500	4.90	1.775

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.775
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.686
Óptimo contenido de humedad	(%)	15.18
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	4.63
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	3.44



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

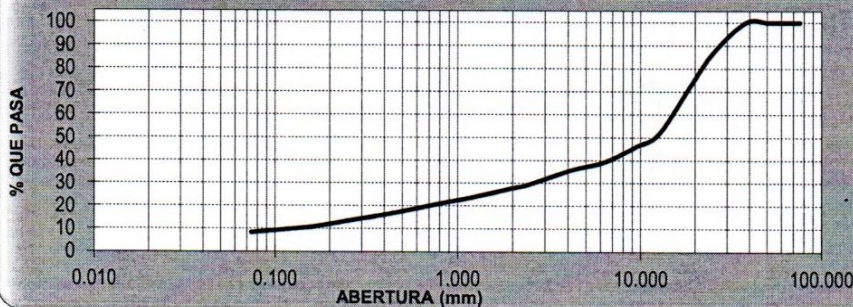
Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1834.06

Peso perdido por lavado : 165.94

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	0.78%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : 22 Plástico : 21 Ind. Plasticidad : 1
1"	25.400	256.16	12.81	12.81	87.19	
3/4"	19.050	285.14	14.26	27.07	72.94	
1/2"	12.700	424.34	21.22	48.28	51.72	Clasificación de la Muestra Clas. SUCS : GP-GM Clas. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	111.55	5.58	53.86	46.14	
1/4"	6.350	135.96	6.80	60.66	39.34	
No4	4.75	72.27	3.61	64.27	35.73	Descripción de la Muestra SUCS: Grava mal graduada con limo y arena AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno Tiene un % de finos de = 8.30%
No8	2.36	133.86	6.69	70.96	29.04	
No10	2.00	25.34	1.27	72.23	27.77	
No16	1.180	82.32	4.12	76.35	23.65	Descripción de la Calicata C-X : E-X Profundidad : 0.00 m - 0.00 m
No20	0.850	44.03	2.20	78.55	21.45	
No30	0.600	51.13	2.56	81.11	18.90	
No40	0.420	49.73	2.49	83.59	16.41	
No50	0.300	39.00	1.95	85.54	14.46	
No60	0.250	20.99	1.05	86.59	13.41	
No80	0.180	40.16	2.01	88.60	11.40	
No100	0.150	17.44	0.87	89.47	10.53	
No200	0.075	44.64	2.23	91.70	8.30	
< No200		165.94	8.30	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



D10	: 0.1320
D30	: 2.6218
D60	: 15.1787
Cu	: 115.00
Cc	: 3.43

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERIO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

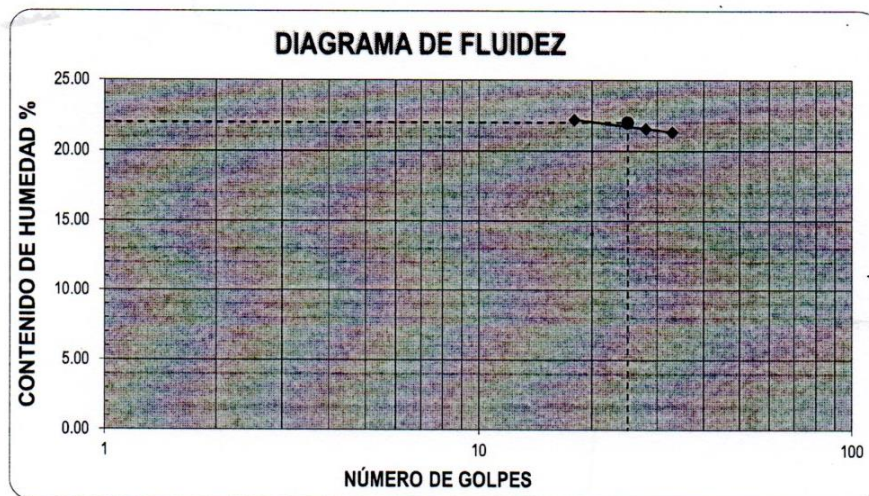
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	18	28	33	-	-
Peso de tara (g)	8.80	9.30	9.30	8.34	8.57
Peso de tara + suelo húmedo (g)	14.91	14.88	14.42	9.76	9.42
Peso tara + suelo seco (g)	13.80	13.89	13.52	9.50	9.28
Contenido de Humedad %	22.20	21.57	21.33	22.41	19.72
Límites %	22			21	



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	48.92	49.92	48.45
Peso del tarro + suelo humedo (g)	165.00	154.27	165.78
Peso del tarro + suelo seco (g)	164.16	153.40	164.90
Peso del suelo seco (g)	115.24	103.48	116.45
Peso del agua (g)	0.84	0.87	0.88
% de humedad (%)	0.73	0.84	0.76
% de humedad promedio (%)	0.78		

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO C
ASTM D - 1557

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

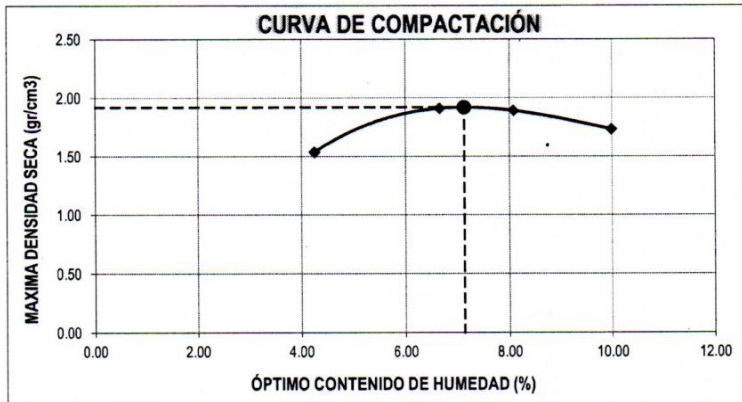
UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9160	10075	10090	9800		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3360	4275	4290	4000		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.60	2.04	2.04	1.91		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	155.25	179.91	155.23	200.00		
Peso del suelo seco + tara (g)	149.55	169.72	144.91	183.37		
Peso del agua (g)	5.70	10.19	10.32	16.63		
Peso de la tara (g)	15.42	16.82	17.19	17.01		
Peso del suelo seco (g)	134.13	152.90	127.72	166.36		
% de humedad	4.25	6.66	8.08	9.99		
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.54	1.91	1.89	1.73		



Máxima densidad seca (g/cm³)	1.919
Óptimo contenido de humedad (%)	7.13

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D - 1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDEIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11205		11535		11912	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3650		3980		4357	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.723		1.878		2.056	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	87.54		100.30		94.84	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	82.35		94.04		89.23	
Peso del agua (g)	5.18		6.26		5.61	
Peso de la cápsula (g)	9.96		10.25		10.55	
Peso del suelo seco (g)	72.39		83.79		78.68	
% de humedad (%)	7.16		7.48		7.13	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.607		1.748		1.919	

ENSAYO DE EXPANSIÓN

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.567	0.567	0.447	0.637	0.637	0.502	0.721	0.721	0.568
48 hrs	0.651	0.651	0.513	0.693	0.693	0.546	0.763	0.763	0.601
72 hrs	0.700	0.700	0.552	0.700	0.700	0.552	0.770	0.770	0.607
96 hrs	0.700	0.700	0.552	0.700	0.700	0.552	0.770	0.770	0.607

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg ²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	1	254.16	84.74	46	413.69	137.93	76	665.81	221.99
0.050	45	405.29	135.13	86	749.92	250.03	134	1154.08	384.79
0.075	70	615.36	205.17	122	1052.97	351.08	181	1550.54	516.97
0.100	103	892.97	297.73	165	1415.49	471.95	232	1981.20	660.57
0.125	135	1162.50	387.60	201	1719.46	573.30	283	2413.41	804.67
0.150	168	1440.81	480.39	238	2032.31	677.61	326	2778.18	926.29
0.200	229	1956.17	652.22	299	2549.07	849.90	398	3390.29	1130.38
0.300	316	2693.29	897.99	382	3254.12	1084.98	489	4166.34	1389.13
0.400	367	3126.54	1042.44	433	3688.46	1229.79	543	4628.12	1543.09
0.500	381	3245.61	1082.14	455	3876.08	1292.35	568	4842.23	1614.48

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

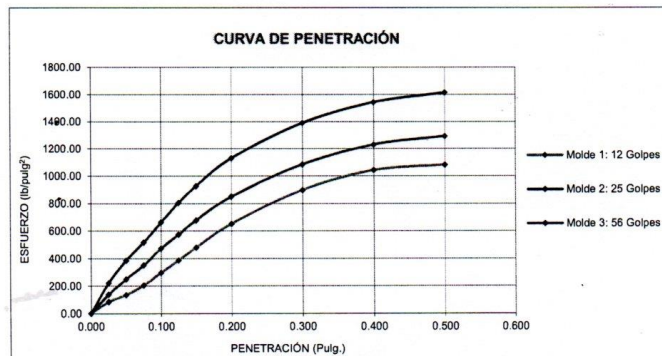
SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

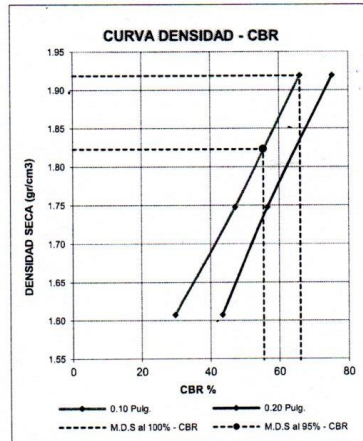
MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS					
MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	297.73	1000	29.77	1.607
2	0.100	471.95	1000	47.19	1.748
3	0.100	660.57	1000	66.06	1.919

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	652.22	1500	43.48	1.607
2	0.200	849.90	1500	56.66	1.748
3	0.200	1130.38	1500	75.36	1.919

RESULTADOS DEL ENSAYO		
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.919
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.823
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.13
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	66.06
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	55.46



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN

ASTM D-1883

PROYECTO : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO COLLAMBAY - CASERÍO ALTAMISA, DISTRITO DE SIMBAL, PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

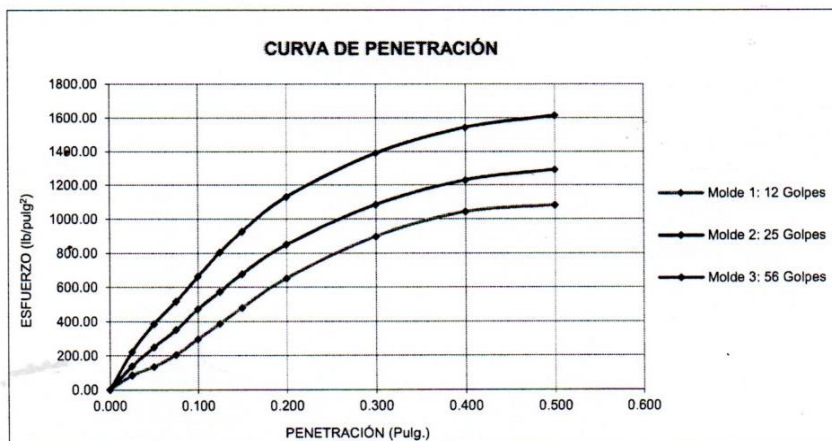
SOLICITANTE : CONTRERAS LARA, ALEXIS MIGUEL - VELÁSQUEZ MENDIETA, MIJAIL MARTÍN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SIMBAL - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 739995 / N 9122511)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA LUCMAR / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



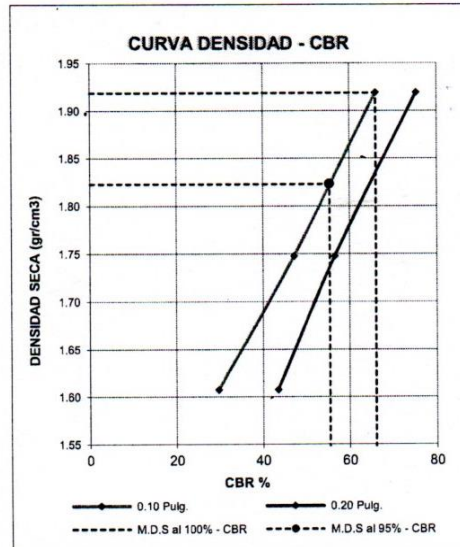
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	297.73	1000	29.77	1.607
2	0.100	471.95	1000	47.19	1.748
3	0.100	660.57	1000	66.06	1.919

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	652.22	1500	43.48	1.607
2	0.200	849.90	1500	56.66	1.748
3	0.200	1130.38	1500	75.36	1.919

RESULTADOS DEL ENSAYO

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.919
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.823
Óptimo contenido de humedad	(%)	7.13
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	66.06
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	55.46



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña

CIP: 211074

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru

@ucv_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe